

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN BANGUNAN GEDUNG KULIAH DIPLOMA III FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

Diajukan sebagai syarat untuk menempuh ujian akhir
Jurusan Sipil Program Studi Diploma III Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro



Disusun oleh:

LINDA WIDYASTANI P	L0A 007 062
TAKHMID ULYA	L0A 007 101

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Bangunan Gedung Kuliah Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang” ini disusun guna melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih atas bantuannya kepada:

1. Bapak Zainal Abidin, MSc selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Bapak Budhi Dharma, ST. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Bapak Boediono, ST. selaku sekretaris Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Bapak Drs. Hartono dan Bapak Ir. St. Sutaryanto. Ci, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Drs. Puji Widodo dan Bapak Parhimpunan Purba, ST. MT, selaku Dosen Wali penyusun.

6. Seluruh Dosen pengajar pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
7. Kedua Orang Tua kami yang selalu memberikan dorongan secara moril dan materiil serta do'anya.
8. Kakak, adik dan seluruh keluarga besar kami.
9. Teman-teman angkatan 2007.
10. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusun dalam menyelesaikan laporan ini.

Penyusun menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan tentu saja jauh dari sempurna, karena keterbatasan kemampuan penyusun. Untuk itu, penyusun selalu terbuka menerima saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan laporan ini dan juga untuk kebaikan di masa yang akan datang sehingga dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Juli 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERMOHONAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR SOAL	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI.....	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Ruang Lingkup Penulisan	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3

BAB II DASAR PERENCANAAN

II.1 Uraian Umum.....	5
II.2 Pedoman Perencanaan.....	5
II.3 Peraturan Perencanaan	6
II.3.1 Peraturan Perhitungan Konstruksi	6

II.3.2	Dasar Perhitungan Konstruksi.....	7
II.3.3	Spesifikasi Teknik.....	7
II.3.4	Tuntutan dan Ketentuan Umum Perencanaan.....	7
II.4	Beban Yang Diperhitungkan.....	8
II.5	Metode Perhitungan	9

BAB III PERENCANAAN KONSTRUKSI ATAP

III.1	Uraian Umum.....	10
III.1.1	Dasar Perencanaan	10
III.2	Rencana Atap Bentang (L) 16,50 m.....	11
III.2.1	Panjang Batang.....	12
III.2.2	Perencanaan Gording	14
III.2.3	Mendimensi Gording	18
III.2.4	Kontrol Tegangan dan Lendutan.....	18
III.2.5	Perencanaan Rangka Atap Kuda-Kuda.....	20
III.2.5.1	Estimasi Beban	20
III.2.5.2	Perhitungan Pembebanan Angin	23
III.2.6	Perhitungan Dimensi Batang.....	30
III.2.7	Sambungan Baut	37

BAB IV PERENCANAAN PLAT LANTAI

IV.1	Dasar Perencanaan	43
IV.2	Estimasi Pembebanan.....	43

IV.3	Analisa Statika	44
IV.4	Perhitungan Penulangan.....	44
IV.5	Perhitungan Plat	45
	IV.5.1 Data Perencanaan Plat.....	45
	IV.5.2 Penentuan Tebal Plat.....	46
	IV.5.3 Penentuan Tinggi Efektif	46
IV.6	Perhitungan Beban (Lt. II dan Lt. III)	46
IV.7	Perhitungan Tulangan Plat Lantai Dua Arah	47
	IV.7.1 Analisa Statika Plat Lantai II dan III.....	48

BAB V PERENCANAAN TANGGA

V.1	Dasar Perencanaan	72
V.2	Estimasi Pembebanan.....	75
	V.2.1 Analisa Pembebanan Plat Lantai.....	75
	V.2.2 Analisa Pembebanan Plat Bordes.....	75
V.3	Analisa Statika	76
V.4	Penulangan Tangga	80
V.5	Balok Bordes	82

BAB VI PERENCANAAN PORTAL

VI.1	Dasar Perencanaan	88
VI.2	Data Perencanaan	89
VI.3	Peraturan Yang Digunakan	90

VI.4	Pembebanan Pada Balok	91
VI.4.1	Analisa Beban Yang Bekerja	92
VI.4.2	Pembebanan Pada Portal Melintang.....	95
VI.4.3	Perhitungan Cross Pada Portal Melintang	102
VI.4.4	Perhitungan Freebody Portal Melintang	107
VI.4.5	Pembebanan Pada Portal Memanjang	141
VI.4.6	Perhitungan Cross Pada Portal Memanjang	154
VI.4.7	Perhitungan Free Body Portal Memanjang	164
VI.5	Perhitungan Tulangan	228
VI.5.1	Perhitungan Tulangan Balok Melintang	228
VI.5.2	Perhitungan Tulangan Balok Memanjang.....	244
VI.5.3	Perhitungan Tulangan Kolom	259

BAB VII PERENCANAAN PONDASI

VII.1	Dasar Perencanaan	266
VII.2	Data Tiang Pancang	266
VII.3	Daya Dukung Tiang Pancang	267
VII.4	Perhitungan Efisiensi dan Beban Maksimum Tiang Pancang.....	268
VII.5	Perhitungan Penulangan Tiang Pancang	271

BAB VIII RENCANA ANGGARAN BIAYA

BAB IX RENCANA KERJA DAN SYARAT - SYARAT

BAB X PENUTUP

VIII.1 Kesimpulan	276
VIII.2 Saran	278

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN - LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Salah satu tujuan Pendidikan Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang adalah menciptakan Ahli Madya terampil yang profesional dan berkompeten di bidang ketekniksipilan seperti: bangunan struktur, pengairan dan jalan raya.

Tugas Akhir merupakan syarat akhir bagi mahasiswa Program Studi Diploma III yang penyusunannya dilaksanakan dengan persyaratan akademis yaitu mahasiswa telah selesai melaksanakan Kerja Praktek dan telah menempuh atau menyelesaikan 100 sks.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini pokok bahasan yang akan diketengahkan adalah mengenai Perencanaan Gedung 3 (Tiga) Lantai Ruang Kuliah DIII Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

Pemilihan perencanaan gedung ini dilandasi oleh beberapa hal, antara lain:

1. Lulusan Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro lebih diutamakan untuk dapat bekerja pada bagian perencanaan.
2. Keberhasilan suatu konstruksi gedung sangat ditentukan oleh perencanaan yang baik, selebihnya oleh pelaksananya di lapangan.
3. Kualitas suatu gedung ditentukan oleh cara atau sistem perencanaannya.

4. Mahasiswa Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, setelah lulus diharapkan menjadi tenaga terampil yang siap pakai dan mampu menguasai perencanaan suatu proyek bangunan.

I.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Merupakan suatu alat untuk mengukur kemampuan mahasiswa dalam menyerap semua ilmu yang diperoleh selama perkuliahan.
2. Merupakan suatu alat untuk mengukur kualitas mahasiswa yang akan diluluskan.
3. Memberi masukan untuk lebih meningkatkan mutu pengajaran pada Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Sedangkan tujuan dari penyusunan Tugas Akhir adalah:

1. Untuk mengaplikasikan semua ilmu pengetahuan yang sudah diperoleh mahasiswa setelah menempuh masa kuliah.
2. Untuk melatih mahasiswa membuat suatu perencanaan proyek yang lebih baik dengan cara membuat sistem perencanaan proyek yang efektif dan efisien.
3. Untuk menambah pengalaman bagi mahasiswa dalam mempersiapkan diri menghadapi pekerjaan yang sesungguhnya.

I.3 Ruang Lingkup Penulisan

Pokok permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini meliputi perencanaan struktur bangunan yang menggunakan struktur beton bertulang. Adapun ruang lingkup dalam perencanaan bangunan ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan Struktur Atap Baja
2. Perencanaan Plat Lantai
3. Perencanaan Tangga
4. Perencanaan Balok
5. Perencanaan Portal
6. Perencanaan Struktur Pondasi
7. Perencanaan Anggaran Biaya
8. Rencana Kerja dan Syarat-syarat
9. Gambar Kerja

I.4 Pembatasan Masalah

Penulisan Tugas Akhir ini meliputi perencanaan konstruksi kuda-kuda, tangga, plat lantai, balok, portal, dan pondasi.

Perhitungan struktur dimulai dengan analisa beban sampai dengan pendimensian.

I.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam pembahasan dan uraian lebih terperinci, maka laporan disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang hal-hal yang melatar belakangi penyusunan Tugas Akhir, maksud dan tujuan, ruang lingkup, pembatasan masalah, metodologi, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR PERENCANAAN

Berisi tentang uraian umum, pedoman dan peraturan perencanaan, dan beban-beban yang diperhitungkan serta metode perhitungan.

BAB III PERENCANAAN ATAP

Bab ini berisi ketentuan atau data mengenai konstruksi kuda-kuda, analisa beban, analisa statika dan pendimensian gording serta rangka batang kuda-kuda baja.

BAB IV PERENCANAAN PLAT LANTAI

Bab ini berisi tentang perencanaan beban, analisa statika dan desain penulangan pada plat lantai.

BAB V PERENCANAAN TANGGA

Bab ini berisi tentang perencanaan beban, analisa statika dan desain penulangan tangga.

BAB VI PERENCANAAN PORTAL

Bab ini berisi tentang analisa beban pada portal potongan memanjang dan portal potongan melintang, perhitungan momen, gaya lintang dan gaya normal dengan menggunakan metode Cross.

BAB VII PERENCANAAN PONDASI

Bab ini berisi tentang perhitungan struktur pondasi.

BAB VIII RENCANA ANGGARAN BIAYA

Bab ini berisi tentang perhitungan volume pekerjaan, harga kebutuhan bahan dan material, analisis SNI, RAB, rekapitulasi dan *time schedule*.

BAB IX RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT

Bab ini berisi tentang syarat-syarat umum, syarat-syarat administrasi dan syarat-syarat teknik pekerjaan.

BAB X PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar literatur yang diperlukan dalam penyusunan Tugas Akhir.

LAMPIRAN

Berisi lampiran-lampiran penunjang dari Tugas Akhir ini.

BAB II

DASAR PERENCANAAN

II.1 Uraian Umum

Tujuan utama dari struktur adalah memberikan kekuatan pada suatu bangunan. Struktur bangunan dipengaruhi oleh beban mati (dead load) berupa berat sendiri, beban hidup (live load) berupa beban akibat penggunaan ruangan dan beban khusus seperti penurunan pondasi, tekanan tanah atau air, pengaruh temperatur dan beban akibat gempa.

Suatu beban yang bertambah dan berkurang menurut waktu secara berkala disebut beban bergoyang, beban ini sangat berbahaya apabila periode penggoyangannya berimpit dengan periode struktur dan apabila beban ini diterapkan pada struktur selama kurun waktu yang cukup lama, dapat menimbulkan lendutan. Lendutan yang melampaui batas yang direncanakan dapat merusak struktur bangunan tersebut.

II.2 Pedoman Perencanaan

Dalam perencanaan, pedoman yang digunakan antara lain:

1. Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI T-15-1991-03)
2. Tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (SNI-1729-1989F)

II.3 Peraturan Perencanaan

Apabila kita akan merencanakan suatu bangunan, sudah tentu kita harus memperhatikan serta memperhitungkan segala aspek yang berhubungan dengan bangunan tersebut.

Disamping segi teknis yang menjadi landasan utama dalam merencanakan suatu bangunan, segi-segi lainnya tidak bisa kita tinggalkan atau kita abaikan begitu saja. Faktor fungsi, ekonomi, sosial, lingkungan, dan sebagainya tidak kalah pentingnya bila dibandingkan dengan segi teknis konstruksi dalam perencanaan suatu bangunan.

Dengan kata lain, jika kita merencanakan suatu bangunan, kita dituntut dalam hal kesempurnaan bangunan itu sendiri. Untuk memenuhi hal tersebut, kita harus berpedoman pada syarat-syarat yang telah ditentukan baik dari segi teknis itu sendiri maupun dari segi lainnya.

II.3.1 Peraturan Perhitungan Konstruksi

- a. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI 1984)
- b. Struktur Beton Bertulang Indonesia (SK SNI T-15-1991-03)
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia (PPI 1981)
- d. Perencanaan Gempa Indonesia (1983)

II.3.2 Dasar Perhitungan Konstruksi

- a. Konstruksi diperhitungkan terhadap pembebanan sementara.
- b. Perhitungan mekanika pada konstruksi plat dan konstruksi balok anak sesuai SK SNI T-15-1991-03.
- c. Perhitungan pada struktur portal bangunan dengan menggunakan metode Cross.
- d. Perhitungan konstruksi perencanaan pondasi sesuai dengan hasil penyelidikan tanah oleh laboratorium.

II.3.3 Spesifikasi Teknik

- a. Mutu beton $f_c' = 25 \text{ MPa}$
- b. Mutu tulangan baja $f_y = 240 \text{ MPa}$

II.3.4 Tuntutan dan Ketentuan Umum Perencanaan

Tuntutan atau ketentuan umum dalam perencanaan gedung yang harus kita perhatikan antara lain:

- a. Konstruksi harus aman, kokoh, kuat, baik terhadap pengaruh cuaca, iklim maupun terhadap pengaruh lainnya.
- b. Bangunan harus benar-benar dapat berfungsi menurut penggunaannya.
- c. Ditinjau dari segi biaya, bangunan harus seekonomis mungkin dengan catatan tidak boleh mengurangi kekuatan konstruksi, sehingga tidak membahayakan bangunan dan keselamatan pengguna bangunan.

- d. Dengan merencanakan bangunan ini kita usahakan jangan sampai membahayakan atau merugikan lingkungan, baik ketika masih dalam taraf pengerjaan maupun setelah bangunan itu digunakan atau selesai dikerjakan.

II.4 Beban Yang Diperhitungkan

Pembebanan diperhitungkan sesuai dengan fungsi bangunan yang direncanakan. Perencanaan beban hidup maupun beban mati didasarkan pada tata cara pembebanan untuk bangunan rumah dan gedung SNI-1729-1989F. Besaran beban yang diperhitungkan adalah:

A. Beban mati (D)

- Beton bertulang = 2500 kg/m³
- Dinding setengah bata = 250 kg/m³
- Adukan setengah bata = 21 kg/m²
- Penutup lantai = 24 kg/m²
- Eternit = 11 kg/m²
- Penggantung = 7 kg/m²

B. Beban hidup (L)

- Pada plat lantai = 400 kg/m²
- Pada tangga bordes = 300 kg/m²
- Beban angin = 40 kg/m²

II.5 Metode Perhitungan

1. Perhitungan plat dan balok berdasarkan standar tata cara perhitungan struktur beton yaitu (SK SNI T-15-1991-03) dan dasar-dasar perencanaan beton bertulang (Ir. Gideon H. K. M Eng, 1994). Sedangkan untuk perhitungan tulangan dilakukan dengan cara teori kekuatan terbatas.
2. Perhitungan konstruksi rangka atap dianalisa dengan menggunakan metode Cremona untuk menentukan gaya-gaya yang bekerja pada setiap batangnya.
3. Perhitungan portal utama yang terdiri dari balok dan kolom dianalisa dengan menggunakan Metode Cross.

Adapun dasar perhitungan konstruksi untuk portal utama dan elemen-elemen yang lain seperti plat balok tangga dan lainnya menggunakan SKSNI T-15-1991-03.

BAB III

PERENCANAAN KONSTRUKSI ATAP

III.1 Dasar Perencanaan

Atap direncanakan dari struktur baja yang dirakit di tempat atau di proyek. Perhitungan struktur rangka atap didasarkan pada panjang bentangan jarak kuda-kuda satu dengan yang lainnya. Selain itu juga diperhitungkan terhadap beban yang bekerja, yaitu meliputi beban mati, beban hidup, dan beban angin. Setelah diperoleh pembebanan, kemudian dilakukan perhitungan dan perencanaan dimensi serta batang dari kuda-kuda tersebut.

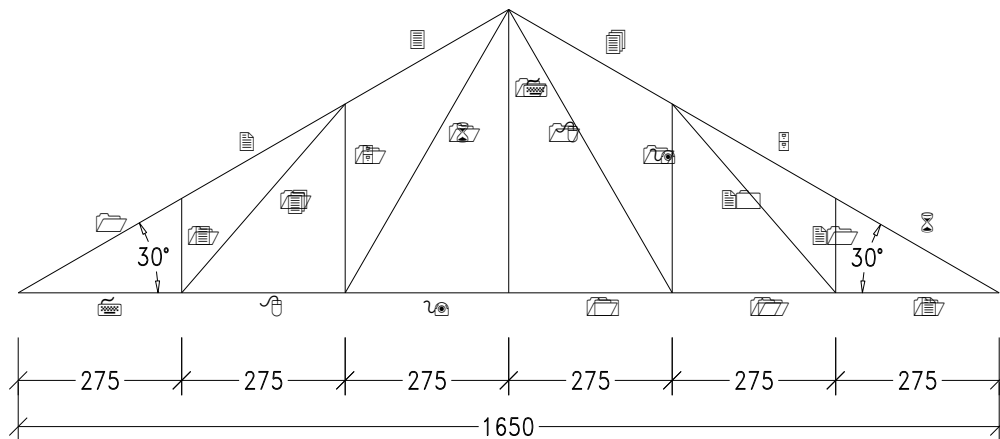
Semua perencanaan tersebut berdasarkan pembebanan atap, meliputi:

- a. Beban mati, terdiri dari:
 1. Berat sendiri penutup atap
 2. Berat sendiri gording
 3. Berat sendiri kuda-kuda
 4. Berat plafond
- b. Beban hidup yang besarnya diambil paling menentukan diantara dua macam beban berikut:
 1. Beban terpusat dari seorang pekerja besar minimumnya 100 kg
 2. Beban air hujan yang besarnya dihitung dengan rumus:
 $(40 - 0,8 \alpha)$ dimana α = sudut kuda-kuda.

Keterangan lainnya: L = jarak antar kuda-kuda.
- c. Beban rangka diambil minimal 25 kg/m^2 , dengan ketentuan:
 1. Angin tekan untuk $\alpha < 65^\circ$, dikalikan koefisien $(0,02 \alpha - 0,4)$.

2. Di belakang angin (angin hisap) untuk semua α , dikalikan koefisien $-0,4$
(PPIUG 1983, pasal 4.2 dan 4.3)

III.2 Rencana Atap Bentang (L) 16,50 m



- Bentang kuda – kuda = 16,50 m
- Sudut kemiringan = 30^0
- Jarak kuda–kuda (JKD) = 2,75 m
- Alat sambung = Baut
- Mutu baja ST. 37 = 1600 Kg/cm^2
- E Baja = $2,1 \cdot 10^6 \text{ Kg/cm}^2$
- Penutup atap = Genteng
- Beban atap = 50 Kg/cm^2
- Berat kuda–kuda ditaksir = 20 Kg/m^2
- Beban pekerja (PLL) = 100 Kg
- Beban air hujan = 10 Kg

- Tekanan angin = 25 Kg/m
- Berat plafond = 18 Kg/m²

III.2.1 Panjang Batang

- Batang 1,2,3,4,5,6 (diagonal)

$$\text{Panjang} = \frac{2,75}{\cos 30^0} = 3,175 \text{ m}$$

- Batang 7,8,9,10,11,12 (mendatar)

$$\text{Panjang} = \frac{16,50}{6} = 2,75 \text{ m}$$

- Batang 13,21 (vertikal)

$$\text{Panjang batang 13 dan 21} = 2,75 \cdot \tan 30^0 = 1,588 \text{ m}$$

- Batang 15,19 (vertikal)

$$\text{Panjang batang 15 dan 19} = 5,50 \cdot \tan 30^0 = 3,175 \text{ m}$$

- Batang 14,20 (diagonal)

$$\text{Panjang batang 14 dan 20} = \sqrt{2,75^2 + 3,175^2} = 4,200 \text{ m}$$

- Batang 16,18 (diagonal)

$$\text{Panjang batang 16 dan 18} = \sqrt{2,75^2 + 4,763^2} = 5,499 \text{ m}$$

- Batang 17 (vertikal)

$$\text{Panjang batang 17} = 8,25 \cdot \tan 30^0 = 4,763 \text{ m}$$

Tabel Panjang Batang

1	3,175 m
2	3,175 m
3	3,175 m
4	3,175 m
5	3,175 m
6	3,175 m
7	2,75 m
8	2,75 m
9	2,75 m
10	2,75 m
11	2,75 m
12	2,75 m
13	1,588 m
14	4,200 m
15	3,175 m
16	5,499 m
17	4,763 m
18	5,499 m
19	3,175 m
20	4,200 m
21	1,588 m

Panjang total batang	69,237 m
----------------------	----------

III.2.2 Perencanaan Gording

a. Beban Mati (DL)

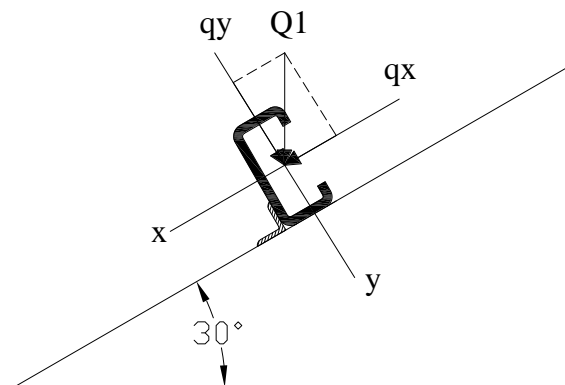
$$\alpha = 30^\circ$$

$$\text{Berat atap} = 50 \cdot 3,175 = 158,75 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Berat gording} = 11 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Berat trackstang} = 1,1 \text{ Kg/m (10 \% x berat gording)}$$

$$\begin{array}{r} \text{Q1} = 170,85 \text{ Kg/m} \end{array}$$



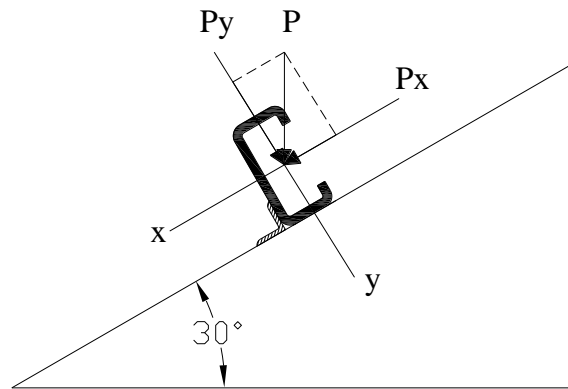
$$q_y = 170,85 \cos 30^\circ = 147,960 \text{ Kg/m}$$

$$q_x = 170,85 \sin 30^\circ = 85,425 \text{ Kg/m}$$

$$\begin{aligned} M_y &= 1/8 \cdot q_x \cdot l^2 = 1/8 \cdot 85,425 \cdot 2,75^2 \\ &= 80,753 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_x &= 1/8 \cdot q_y \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2 = 1/8 \cdot 147,960 \cdot \left(\frac{2,75}{2}\right)^2 \\ &= 34,967 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

b. Beban Hidup (LL)



$$P = \text{beban pekerja} = 100 \text{ Kg}$$

$$P_x = P \sin \alpha = 100 \sin 30^\circ$$

$$= 50,00 \text{ Kg}$$

$$P_y = P \cos \alpha = 100 \cos 30^\circ$$

$$= 86,603 \text{ Kg}$$

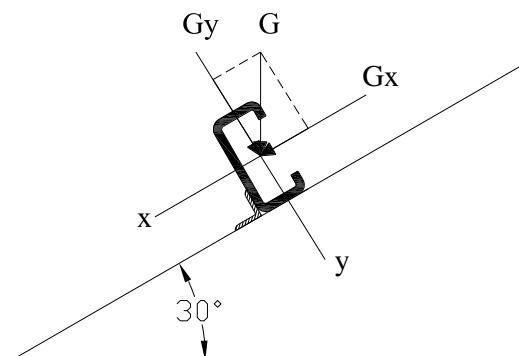
$$M_x = \frac{1}{4} \cdot P_y \cdot \left(\frac{l}{2} \right) = \frac{1}{4} \cdot 86,603 \cdot \left(\frac{2,75}{2} \right)$$

$$= 29,769 \text{ Kg.m}$$

$$M_y = \frac{1}{4} \cdot P_x \cdot l = \frac{1}{4} \cdot 50,00 \cdot 2,75$$

$$= 34,375 \text{ Kg m}$$

c. Beban Air Hujan



$$G = \text{Beban Air Hujan} = 10 \text{ Kg}$$

$$G_x = G \cdot \sin \alpha = 10 \cdot \sin 30^\circ = 5,00 \text{ Kg/m}$$

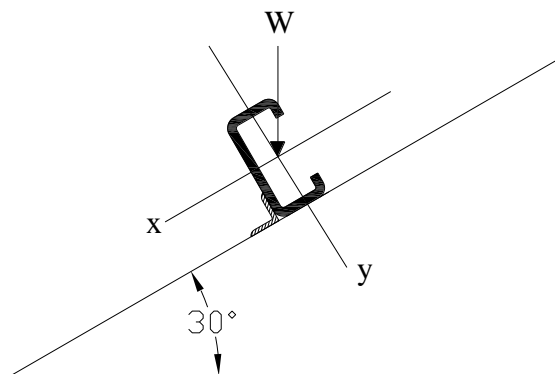
$$G_y = G \cdot \cos \alpha = 10 \cdot \cos 30^\circ = 8,660 \text{ Kg/m}$$

$$\begin{aligned} M_x &= 1/8 \cdot G_y \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2 = 1/8 \cdot 8,660 \cdot \left(\frac{2,75}{2}\right)^2 \\ &= 2,047 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= 1/8 \cdot G_x \cdot l^2 = 1/8 \cdot 5 \cdot 2,75^2 \\ &= 4,727 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

d. Beban Angin

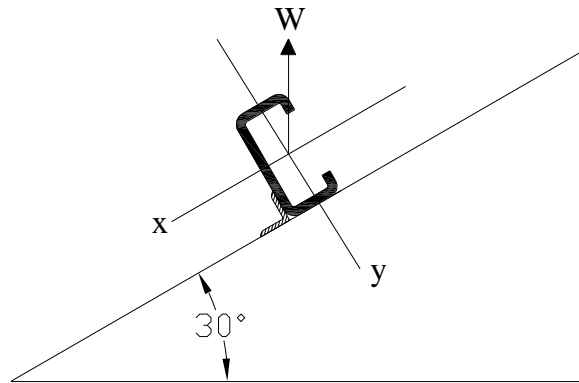
1. Angin Tekan (beban angin (W) = 25 Kg/m²)



$$\begin{aligned} W \text{ tekan} &= (0,02 \alpha - 0,4) \cdot W \cdot \text{jarak gording} \\ &= (0,02 \cdot 30^\circ - 0,4) \cdot 25 \cdot 3,175 \\ &= 15,875 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M \text{ tekan} &= 1/8 \cdot W \text{ tekan} \cdot l^2 \\ &= 1/8 \cdot 15,875 \cdot 2,75^2 \\ &= 15,007 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

2. Angin Hisap



$$\begin{aligned}
 W_{\text{hisap}} &= -0,4 \cdot W \cdot \text{jarak gording} \\
 &= -0,4 \cdot 25 \cdot 3,175 \\
 &= -31,75 \text{ Kg/m}
 \end{aligned}$$

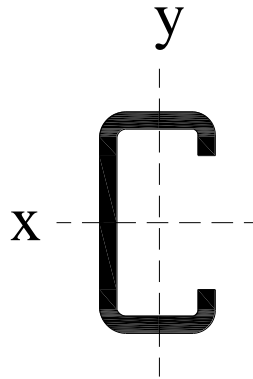
$$\begin{aligned}
 M_{\text{hisap}} &= 1/8 \cdot W_{\text{hisap}} \cdot l^2 \\
 &= 1/8 \cdot -31,75 \cdot 2,75^2 \\
 &= -30,014 \text{ Kg.m}
 \end{aligned}$$

Tabel Momen dan Beban

M	BEBAN MATI (A)	BEBAN HIDUP (B)	BEBAN HUJAN (C)	BEBAN ANGIN (kg.m)		PEMBEBANAN (kg.m)	
				TEKAN	HISAP	TETAP	SEMENTARA
Mx	34,967	29,769	2,047	15,007	-30,014	66,783	81,790
My	80,753	34,375	4,727	-	-	119,855	119,855

III.2.3 Mendimensi Gording

Dipilih profil Light Lip Channels



Profil baja [150 x 75 x 20 x 4,5

I_x	$= 489 \text{ cm}^4$	W_x	$= 65,2 \text{ cm}^3$
I_y	$= 99,2 \text{ cm}^4$	W_y	$= 19,8 \text{ cm}^3$
i_x	$= 5,92 \text{ cm}$	Baja ST. 37	
i_y	$= 2,66 \text{ cm}$	E	$= 2,1 \times 10^6$

III.2.4 Kontrol Tegangan dan Lendutan

a. Terhadap Beban Tetap

$$\sigma_t = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma_t = \frac{6678,3}{65,2} + \frac{11985,5}{19,8} < 1600 \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 707,756 \text{ Kg/cm}^2 < 1600 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

b. Terhadap Beban Sementara

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} < 1,3 \sigma_{Lt \text{ ijin}} \\ &= \frac{8179,0}{65,2} + \frac{11985,5}{19,8} < 2080 \text{ Kg/cm}^2 \\ &= 730,773 \text{ Kg/cm}^2 < 2080 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}\end{aligned}$$

c. Terhadap Lendutan

$$\begin{aligned}f_{\text{ijin}} &= \frac{1}{180} L = \frac{275}{180} = 1,528 \text{ cm} \\ q_x &= 85,425 \text{ kg/m} = 0,85425 \text{ Kg/cm} \\ q_y &= 147,960 \text{ kg/m} = 1,47960 \text{ Kg/cm} \\ P_x &= 100 \cdot \sin 30^\circ = 50,00 \text{ Kg} \\ P_y &= 100 \cdot \cos 30^\circ = 86,603 \text{ Kg} \\ f_x &= \frac{5 \cdot q_x \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{P_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \\ &= \frac{5 \times 0,85425 \times 275^4}{384 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 99,2} + \frac{50,00 \times 275^3}{48 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 99,2} \\ &= 0,409 \text{ cm} \\ f_y &= \frac{5 \cdot q_y \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \\ &= \frac{5 \times 1,47960 \times 275^4}{384 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 489} + \frac{86,603 \times 275^3}{48 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 489} \\ &= 0,144 \text{ cm} \\ f &= \sqrt{(f_x^2 + f_y^2)} < f_{\text{ijin}}\end{aligned}$$

$$= \sqrt{(0,409^2 + 0,144^2)} < 1,528 \text{ cm}$$

$$= 0,434 \text{ cm} < 1,528 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Kesimpulan: Profil C 150 x 75 x 20 x 4,5 dapat dipakai.

III.2.5 Perencanaan Rangka Atap Kuda-Kuda

Berat Sendiri Kuda-Kuda

Profil Kuda-Kuda 60.60.6

Total Panjang Batang = 35,55 m

Berat per meter = 5,42 Kg/m

Profil Kuda-Kuda 50.50.5

Total panjang batang = 33,687 m

Berat per meter = 3,77 Kg/m

$$\begin{aligned} \text{Berat total kuda-kuda} &= (2 \cdot 5,42 \cdot 35,55) + (2 \cdot 3,77 \cdot 33,687) \\ &= 639,362 \text{ Kg} \end{aligned}$$

III.2.5.1 Estimasi Beban

a. Beban Mati

$$\text{Berat sendiri kuda-kuda} = 639,362 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat alat sambung} = 10 \% \cdot 581,275 = 63,936 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat branching + titik sampul} = 25 \% \cdot 639,362 = 159,841 \text{ Kg} +$$

$$\text{Total} = 863,139 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat per titik buhul} = \frac{863,139}{12} = 71,928 \text{ kg} \sim 72 \text{ Kg}$$

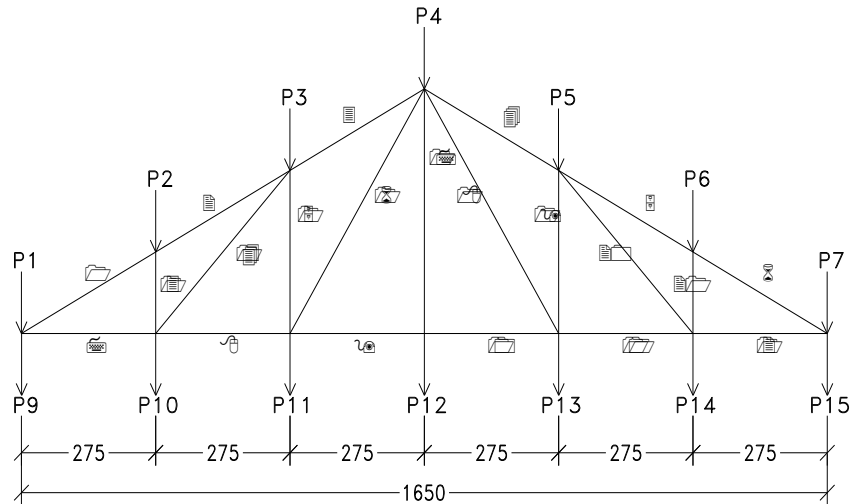
b. Beban Tetap

$$\begin{aligned}\text{Beban Mati} &= q \cdot \text{jarak kuda-kuda} \\ &= 170,850 \cdot 2,75 = 469,838 \text{ Kg} \\ \text{Berat sendiri kuda-kuda} &= 45 \text{ Kg} \\ \text{Berat bahan atap} &= 50 \cdot 3,175 \cdot 2,75 = 436,563 \text{ Kg} \\ \text{Berat gording} &= 11 \cdot 2,75 = 30,25 \text{ Kg} \\ \text{PDL} &= 469,838 + 45 + 30,25 = 545,088 \text{ Kg} \\ \text{Berat plafond} &= 18 \cdot 2,75 \cdot 2,75 = 136,125 \text{ Kg} \\ \text{Berat penggantung} &= 7 \cdot 2,75 \cdot 2,75 = \underline{52,938 \text{ Kg}} + \\ \text{PPL} &= 189,063 \text{ Kg}\end{aligned}$$

c. Beban Hidup

$$\begin{aligned}\text{P1=P7} &= 469,838 + 45 + 100 = 614,838 \text{ Kg} \\ \text{P2-P6} &= \left(\frac{436,563 + 45}{2} \right) + 30,25 + 100 = 371,032 \text{ Kg} \\ \text{P8=P14} &= 136,125 + 52,938 = 189,063 \text{ Kg} \\ \text{P9-P13} &= \frac{189,063}{2} = 94,532 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Beban Tetap



$$\begin{aligned}
 R_{AV} &= \frac{(P1.2) + (P4.5) + (P8.2) + (P9.5)}{2} \\
 &= \frac{(614,838.2) + (371,032.5) + (189,063.2) + (94,532.5)}{2} \\
 &= 1967,811 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$R_{BV} = R_{AV} = 1967,811 \text{ Kg}$$

Kontrol $\Sigma V = 0$

$$R_{AV} + R_{BV} = (P1 + P2 + P3 + \dots + P13 + P14)$$

$$1967,811 + 1967,811 = (614,838.2 + 371,032.5 + 189,063.2 + 94,532.5)$$

$$3935,622 = 3935,622 \text{ Kg} \dots \dots \dots \text{OK}$$

III.2.5.2 Perhitungan Pembebanan Angin

1. Akibat Angin Kiri

- Angin Tekan (Ct)

$$\begin{aligned}C_t &= (0,02 \cdot \alpha - 0,4) \\&= (0,02 \cdot 30^0 - 0,4) = 0,2\end{aligned}$$

- Angin Hisap (Ch)

$$C_h = -0,4$$

Beban Angin (W angin yang diambil 25 kg/m²)

$$\begin{aligned}\text{Angin Tekan (Ct)} &= C_t \cdot W_{\text{angin}} \\&= 0,2 \cdot 25 = 5 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Angin Hisap (Ch)} &= C_h \cdot W_{\text{angin}} \\&= -0,4 \cdot 25 = -10 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

- Muatan Angin

➤ Angin Tekan

$$W_1 = 5 \left(\frac{1}{2} \cdot 3,175 \right) \cdot 2,75 = 21,828$$

$$W_2 = W_3 = 5 \cdot 3,175 \cdot 2,75 = 43,656$$

$$W_4 = 5 \left(\frac{1}{2} \cdot 3,175 \right) \cdot 2,75 = 21,828$$

➤ Angin Hisap

$$W_5 = -10 \left(\frac{1}{2} \cdot 3,175 \right) \cdot 2,75 = -43,656$$

$$W_6 = W_7 = -10 \cdot 3,175 \cdot 2,75 = -87,313$$

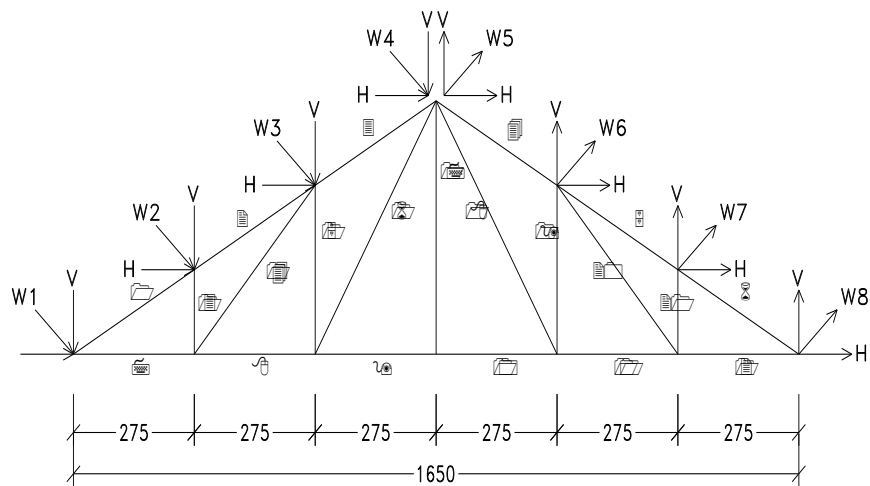
$$W_8 = -10 \left(\frac{1}{2} \cdot 3,175 \right) \cdot 2,75 = -43,656$$

Tabel Angin Tekan

W	$W_H = W \cdot \sin \alpha$	$W_V = W \cdot \cos \alpha$
W1	10,914	18,904
W2 = W3	21,828	37,807
W4	10,914	18,904

Tabel Angin Hisap

W	$W_H = W \cdot \sin \alpha$	$W_V = W \cdot \cos \alpha$
W5	-21,828	-37,807
W6 = W7	-43,656	-75,615
W8	-21,828	-37,807



Gambar Sketsa Angin Kiri

Menghitung reaksi tumpuan akibat angin kiri:

$$\sum \mathbf{MB} = 0$$

$$R_{AV}.16,50 - W1_V.16,50 - W2_V.13,75 - W3_V.11,00 - W4_V.8,25 + W5_V.8,25 + \\ W6_V.5,50 + W7_V.2,75 + W2_H.1,588 + W3_H.3,175 + W4_H.4,763 + W5_H.4,763 + \\ W6_H.3,175 + W7_H.1,588 = 0$$

$$R_{AV}.16,50 - 18,904.16,50 - 37,807.13,75 - 37,807.11,00 - 18,904.8,25 + \\ 37,807.8,25 + 75,615.5,50 + 75,615.2,75 + 21,828.1,588 + 21,828.3,175 + \\ 10,914.4,763 + 21,828.4,763 + 43,656.3,175 + 43,656.1,588 = 0$$

$$R_{AV}.16,50 = 0,015 \text{ Kg}$$

$$R_{AV} = 0,001 \text{ Kg}$$

$$\sum \mathbf{MA} = 0$$

$$-R_{BV}.16,50 - W8_V.16,50 - W7_V.13,75 - W6_V.11,00 - W5_V.8,25 + W4_V.8,25 + \\ W3_V.5,50 + W2_V.2,75 + W2_H.1,588 + W3_H.3,175 + W4_H.4,763 + W5_H.4,763 + \\ W6_H.3,8175 + W7_H.1,588 = 0$$

$$-R_{BV}.16,50 - 37,807.16,50 - 75,615.13,75 - 75,615.11,00 - 37,807.8,25 + \\ 18,904.8,25 + 37,807.5,50 + 37,807.2,75 + 21,828.1,588 + 21,828.3,175 + \\ 10,914.4,763 + 21,828.4,763 + 43,656.3,175 + 43,656.1,588 = 0$$

$$-R_{BV}.16,50 = 1871,478 \text{ Kg}$$

$$R_{BV} = - 113,423 \text{ Kg}$$

Check !

$$\sum \mathbf{KV} = 0$$

$$R_{AV} + R_{BV} - W1_V - W2_V - W3_V - W4_V + W5_V + W6_V + W7_V + W8_V = 0$$

$$0,001 + (-113,423) - 18,904 - 37,807 - 37,807 - 18,904 + 37,807 + 75,615 +$$

$$75,615 + 37,807 = 0$$

$$0 = 0 \dots \dots \dots \text{OK !!!!}$$

$$\sum \mathbf{KH} = 0$$

$$R_{AH} + W1_H + W2_H + W3_H + W4_H + W5_H + W6_H + W7_H + W8_H = 0$$

$$R_{AH} + 10,914 + 21,828 + 21,828 + 10,914 + 21,828 + 43,656 + 43,656 +$$

$$21,828 = 0$$

$$R_{AH} + 196,452 = 0$$

$$R_{AH} = - 196,452 \text{ Kg}$$

2. Akibat Angin Kanan

□ Angin Tekan (Ct)

$$Ct = (0,02 \cdot \alpha - 0,4)$$

$$= (0,02 \cdot 30^0 - 0,4) = 0,2$$

□ Angin Hisap (Ch)

$$Ch = -0,4$$

Beban Angin (W angin yang diambil 25 kg/m^2)

$$\text{Angin Tekan (Ct)} = Ct \cdot W_{\text{angin}}$$

$$= 0,2 \cdot 25 = 5 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Angin Hisap (Ch)} = \text{Ch.Wangin}$$

$$= -0,4 \cdot 25 = -10 \text{ Kg/m}^2$$

□ Muatan Angin

➤ Angin Tekan

$$W8 = 5 \left(\frac{1}{2} \cdot 3,175 \right) \cdot 2,75 = 21,828$$

$$W6 = W7 = 5 \cdot 3,175 \cdot 2,75 = 43,656$$

$$W5 = 5 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 3,175 \right) \cdot 2,75 = 21,828$$

➤ Angin Hisap

$$W4 = -10 \left(\frac{1}{2} \cdot 3,175 \right) \cdot 2,75 = -43,656$$

$$W2 = W3 = -10 \cdot 3,175 \cdot 2,75 = -87,313$$

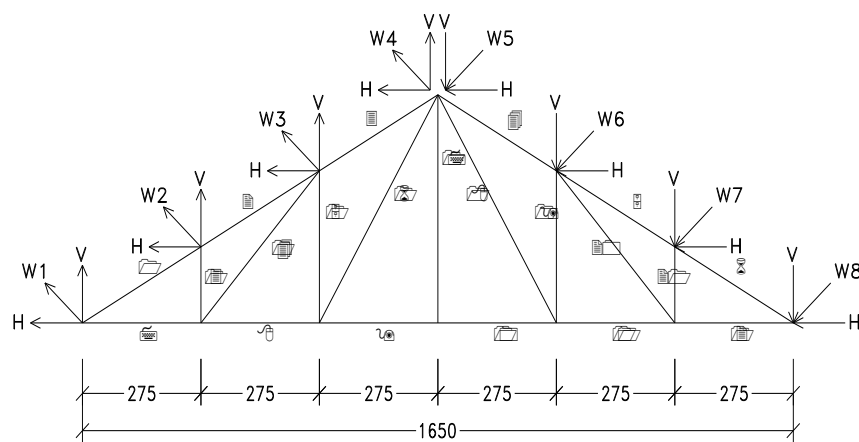
$$W1 = -10 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 3,175 \right) \cdot 2,75 = -43,656$$

Tabel Angin Tekan

W	$W_H = W \cdot \sin \alpha$	$W_V = W \cdot \cos \alpha$
W8	10,914	18,904
W6 = W7	21,828	37,807
W5	10,914	18,904

Tabel Angin Hisap

W	$W_H = W \cdot \sin \alpha$	$W_V = W \cdot \cos \alpha$
W4	-21,828	-37,807
W2 = W3	-43,656	-75,615
W1	-21,828	-37,807



Gambar Sketsa Angin Kanan

Menghitung reaksi tumpuan akibat angin kanan:

$$\sum MA = 0$$

$$-R_{BV} \cdot 16,50 + W_{8V} \cdot 16,50 + W_{7V} \cdot 13,75 + W_{6V} \cdot 11,00 + W_{5V} \cdot 8,25 - W_{4V} \cdot 8,25 - \\ W_{3V} \cdot 5,50 - W_{2V} \cdot 2,75 - W_{2H} \cdot 1,588 - W_{3H} \cdot 3,175 - W_{4H} \cdot 4,763 - W_{5H} \cdot 4,763 - \\ W_{6H} \cdot 3,175 - W_{7H} \cdot 1,588 = 0$$

$$-R_{BV} \cdot 16,50 + 18,904 \cdot 16,50 + 37,807 \cdot 13,75 + 37,807 \cdot 11,00 + 18,904 \cdot 8,25 - \\ 37,807 \cdot 8,25 - 75,615 \cdot 5,50 - 75,615 \cdot 2,75 - 43,656 \cdot 1,588 - 43,656 \cdot 3,175 - \\ 21,828 \cdot 4,763 - 10,914 \cdot 4,763 - 21,828 \cdot 3,175 - 21,828 \cdot 1,588 = 0$$

$$-R_{BV} \cdot 16,50 = 0,015 \text{ Kg}$$

$$R_{BV} = -0,001 \text{ Kg}$$

$$\sum \mathbf{MB} = 0$$

$$R_{AV}.16,50 + W1_V.16,50 + W2_V.13,75 + W3_V.11,00 + W4_V.8,25 - W5_V.8,25 - \\ W6_V.5,50 - W7_V.2,75 - W2_H.1,588 - W3_H.3,175 - W4_H.4,763 - W5_H.4,763 - \\ W6_H.3,175 - W7_H.1,588 = 0$$

$$R_{AV}.16,50 + 37,807.16,50 + 75,615.13,75 + 75,615.11,00 + 37,807.8,25 - \\ 18,904.8,25 - 37,807.5,50 - 37,807.2,75 - 43,656.1,588 - 43,656.3,175 - \\ 21,828.4,763 - 10,914.4,763 - 21,828.3,175 - 21,828.1,588 = 0$$

$$R_{AV}.16,50 = 1871,478 \text{ Kg}$$

$$R_{AV} = 113,423 \text{ Kg}$$

Check !

$$\sum \mathbf{KV} = 0$$

$$R_{AV} + R_{BV} - W1_V - W2_V - W3_V - W4_V + W5_V + W6_V + W7_V + W8_V = 0 \\ 113,423 + (-0,001) - 37,807 - 75,615 - 75,615 - 37,807 + 18,904 + 37,807 + \\ 37,807 + 18,904 = 0$$

$$0 = 0 \dots \dots \dots \text{OK !!!!}$$

$$\sum \mathbf{KH} = 0$$

$$-R_{AH} - W1_H - W2_H - W3_H - W4_H - W5_H - W6_H - W7_H - W8_H = 0$$

$$-R_{AH} - 21,828 - 43,656 - 43,656 - 21,828 - 10,914 - 21,828 - 21,828 - \\ 10,914 = 0$$

$$-R_{AH} - 196,452 = 0$$

$$R_{AH} = -196,452 \text{ Kg}$$

TABEL GAYA BATANG

No. Batang	Beban Tetap (A)	B. Angin Kiri (B)	B. Angin Kanan (C)	Kombinasi (A + B)	Kombinasi (A+ C)	Gaya Maksimum
1	-2328,076	0	151,231	-2328,076	-2176,845	-2328,076
2	-2328,076	-25,206	201,641	-2353,282	-2126,435	-2353,282
3	-1862,273	0	25,221	-1862,273	-1837,052	-1862,273
4	-1862,273	75,616	4,201	-1786,657	-1858,072	-1858,072
5	-2328,076	239,450	-12,602	-2088,626	-2340,678	-2340,678
6	-2328,076	189,039	-12,602	-2139,037	-2340,678	-2340,678
7	2016,248	43,656	87,313	2059,904	2103,561	2103,561
8	1613,057	43,656	87,313	1656,713	1700,370	1700,370
9	1209,936	54,571	72,760	1264,507	1282,696	1282,696
10	1209,936	54,571	72,760	1264,507	1282,696	1282,696
11	1613,057	98,227	36,380	1711,284	1649,437	1711,284
12	2016,248	87,314	21,829	2103,562	2038,077	2103,562
13	-371,032	-50,410	100,820	-421,442	-270,212	-421,442
14	615,883	66,687	133,373	682,570	749,256	749,256
15	-603,695	-75,614	88,225	-679,309	-515,470	-679,309
16	806,243	87,314	-101,874	893,557	704,369	893,557
17	94,529	0	0	94,529	94,529	94,529
18	806,243	-109,142	72,761	697,101	879,004	879,004
19	-603,695	94,519	-92,418	-509,176	-696,113	-696,113
20	615,883	-133,374	33,344	482,509	649,227	649,227
21	-371,032	100,821	-63,012	-270,211	-434,044	-434,044

Ket : Gaya Batang Diambil Dari Perhitungan Metode Cremona (Terlampir)

III.2.6 Perhitungan Dimensi Batang

A. Batang Tepi Atas

Batang tekan

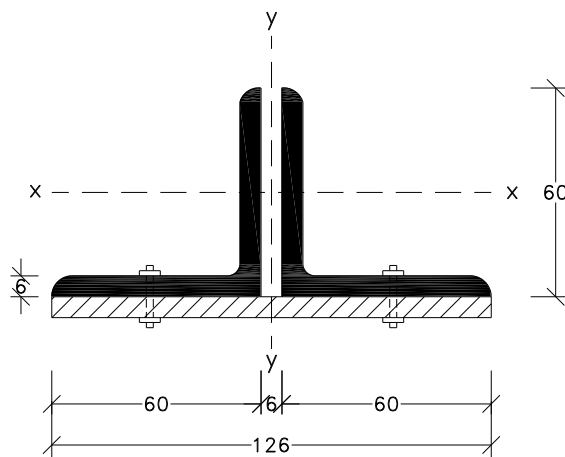
Batang nomor = 7,8,9,10,11,12,13,14

Panjang batang (L) = 317,5 cm & 1,795 cm

Gaya batang maks (N) = 7194.46 Kg

Mutu baja ST.37 ($\sigma_{ijin} = 1600 \text{ Kg/cm}^2$)

Dipakai profil $\angle 60.60.6$, dengan:



$$A = 6,91 \text{ cm}^2$$

$$I_x = I_y = 22,8 \text{ cm}^4$$

$$i_x = i_y = 1,82 \text{ cm}$$

$$i_{\min} = 1,17 \text{ cm}$$

$$e = 1,69 \text{ cm}$$

❖ Kontrol tekuk \perp sumbu x - x

$$\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{317,5}{1,82} = 174,451 \Rightarrow \omega_x = 4,869 \text{ (Tabel PPBBI 1984 tab.2)}$$

❖ Kontrol tegangan

$$\sigma = \frac{\omega.P}{2.A} = \frac{4,869.7194.46}{2.6,91} = 829,098 \text{ Kg/cm}^2 \leq \sigma = 1600 \text{ Kg/cm}^2$$

❖ Kontrol tekuk \perp sumbu y - y

$$\begin{aligned} I_y &= 2 \cdot I_{y1} + (e + 1/2 \cdot tp)^2 \cdot 2 \cdot A && \text{keterangan :} \\ &= 2 \cdot 22,8 + (1,69 + 0,6)^2 \cdot 2 \cdot 6,91 && tp = \text{Tebal Plat Buhul} \\ &= 118,073 \text{ cm}^4 && m = \text{Jumlah Profil tunggal} \end{aligned}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{2.A}} = \sqrt{\frac{118,073}{2.6,91}} = 2,923 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{L}{i_y} = \frac{317,5}{2,923} = 108,621$$

$$L_{ki} = \frac{L}{4} = \frac{317,5}{4} = 79,375 \text{ cm}$$

$$\lambda_i = \frac{L_{ki}}{i_{\min}} = \frac{79,375}{1,82} = 43,613 < 50 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$\lambda_{iy} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \lambda_i^2} \longrightarrow m = 2 \text{ (Jml Profil Tunggal)}$$

$$= \sqrt{108,621^2 + \frac{2}{2} \cdot 43,613^2} = 117,049 \longrightarrow \omega = 2,233$$

$$\sigma = \frac{P.\omega}{A} = \frac{7194.46.2,233}{6,91} = 760,474 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma = 760,474 \text{ Kg/cm}^2 < 1600 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

- Terhadap Stabilitas (PPBBI hal 22)

$$\lambda_x \geq 1,2 \lambda_i \longrightarrow 174,451 \geq 52,336$$

$$\lambda_{iy} \geq 1,2 \lambda_i \longrightarrow 117,049 \geq 52,336$$

$$\lambda_i \leq 50 \longrightarrow 43,613 \leq 50$$

B. Batang Tepi Bawah

Batang tarik

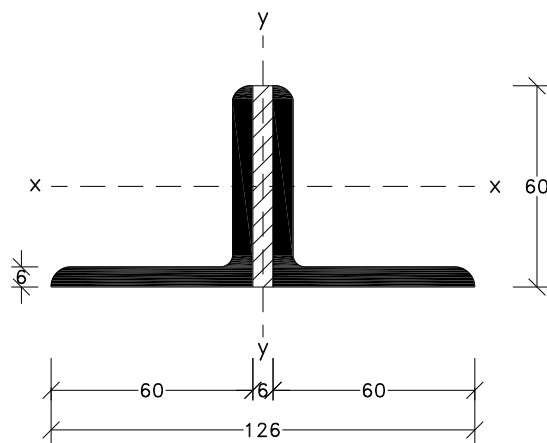
Nomor batang = 1,2,3,4,5,6

Gaya batang maksimum (N) = 6176,875Kg

Panjang batang = 275 cm

Mutu baja ST.37 ($\sigma_{ijin} = 1600 \text{ g/cm}^2$)

Dipakai profil $\text{L } 60.60.6$ dengan:



$$A = 6,91 \text{ cm}^2$$

$$I_x = I_y = 22,8 \text{ cm}^4$$

$$i_x = i_y = 1,82 \text{ cm}$$

$$i_{\min} = 1,17 \text{ cm}$$

$$e = 1,69 \text{ cm}$$

❖ Kontrol tegangan

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P}{0,85A} \leq \sigma \\ &= \frac{6176,875}{0,85 \cdot (2 \times 6,91)} \leq 1600 \text{ Kg/cm}^2 \\ &= 525,825 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

❖ Kontrol kelangsingan pada sumbu terlemah:

$$\lambda = \frac{L}{i_{\min}} = \frac{275}{1,17} = 235,04 \leq 240 \text{ (memenuhi syarat)}$$

C. Batang Diagonal (tekan)

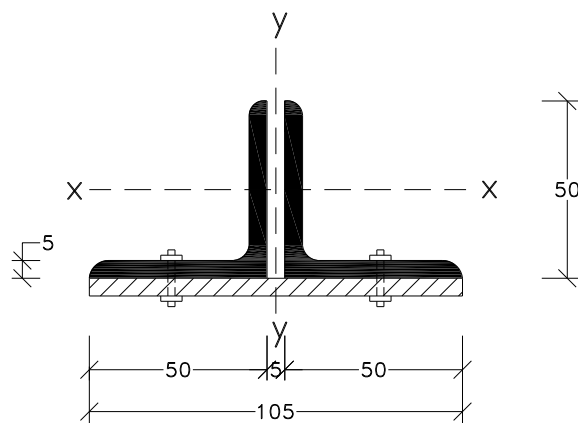
Nomor batang = 16,18,21,28,29,22,24,26

Gaya batang maksimum (N) = 2051.87 Kg

Panjang batang maksimum = 419.8 cm

Mutu baja ST.37 ($\sigma_{ijin} = 1600 \text{ Kg/cm}^2$)

Dipakai profil $\angle 50.50.5$, dengan :



$$A = 4,80 \text{ cm}^2$$

$$I_x = I_y = 11,0 \text{ cm}^4$$

$$i_x = i_y = 1,51 \text{ cm}$$

$$i_{\min} = 0,98 \text{ cm}$$

$$e = 1,40 \text{ cm}$$

❖ Kontrol tekuk \perp sumbu x - x

$$\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{549,9}{1,51} = 364,172 \Rightarrow \omega_x = 6,369 \text{ (Tabel PPBBI 1984 tab.2)}$$

❖ Kontrol tegangan

$$\sigma = \frac{\omega \cdot P}{2 \cdot A} = \frac{6,369 \cdot 2051,87}{2 \cdot 4,80} = 592,819 \text{ Kg/cm}^2 \leq \sigma = 1600 \text{ Kg/cm}^2$$

❖ Kontrol tekuk \perp sumbu y - y

$$I_y = 2 \cdot I_{y1} + (e + 1/2 \text{ tp})^2 \cdot 2 \cdot A$$

keterangan :

$$= 2 \cdot 11,0 + (1,40 + 0,5)^2 \cdot 2 \cdot 4,80 \quad \text{tp} = \text{Tebal Plat Buhul}$$

$$= 56,656 \text{ cm}^4 \quad m = \text{Jumlah Profil tunggal}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{2 \cdot A}} = \sqrt{\frac{56,656}{2 \cdot 4,80}} = 2,429 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{L}{i_y} = \frac{549,9}{2,429} = 226,389$$

$$L_{ki} = \frac{L}{8} = \frac{549,9}{8} = 68,738 \text{ cm}$$

$$\lambda_i = \frac{L_{ki}}{i_{\min}} = \frac{68,738}{1,51} = 45,522 < 50$$

$$\lambda_{iy} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \lambda_i^2} \longrightarrow m = 2 \text{ (Jml Profil Tunggal)}$$

$$= \sqrt{226,389^2 + \frac{2}{2} \cdot 45,522^2} = 230,920 \longrightarrow \omega = 6,433$$

$$\sigma = \frac{P \cdot \omega}{A} = \frac{2051.87 \cdot 6,369}{4,80} = 1185,638 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma = 1185,638 \text{ Kg/cm}^2 < 1600 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

- Terhadap Stabilitas (PPBBI hal 22)

$$\lambda_x \geq 1,2 \lambda_i \longrightarrow 364,172 \geq 54,626$$

$$\lambda_{iy} \geq 1,2 \lambda_i \longrightarrow 230,920 \geq 54,626$$

$$\lambda_i \leq 50 \longrightarrow 45,522 \leq 50$$

D. Batang Vertikal (tarik)

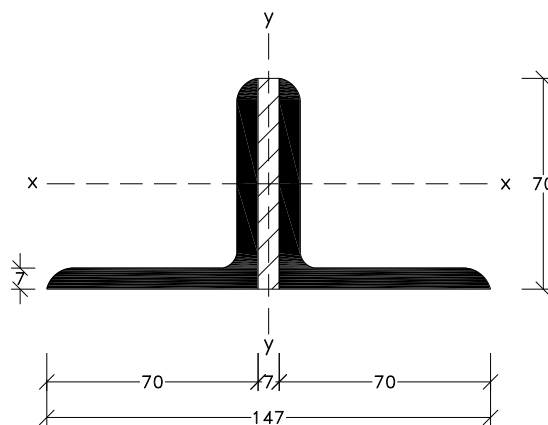
Batang nomor = 15,17,20,25,27,30

Panjang batang (L) maksimum = 317.5 cm

Gaya batang maks (N) = 946.53 Kg

Mutu baja ST.37 ($\sigma_{ijin} = 1600 \text{ Kg/cm}^2$)

Dipakai profil $\text{I} \text{I}$ 70.70.7, dengan :



$$A = 9,40 \text{ cm}^2$$

$$I_x = I_y = 42,4 \text{ cm}^4$$

$$i_x = i_y = 2,12 \text{ cm}$$

$$i_{\min} = 1,37 \text{ cm}$$

$$e = 1,97 \text{ cm}$$

❖ Kontrol tegangan

$$\sigma = \frac{P}{0,85A} \leq \sigma$$

$$= \frac{946.53}{0,85 \cdot (2 \times 9,40)} \leq 1600 \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 59.232 \text{ Kg/cm}^2 \leq \sigma = 1600 \text{ Kg/cm}^2$$

❖ Kontrol kelangsingan pada sumbu terlemah:

$$\lambda = \frac{L}{i_{\min}} = \frac{317.5}{2,12} = 149.76 \leq 240 \text{ (memenuhi syarat)}$$

III.2.7 Sambungan Baut

⇒ Data Perencanaan :

- Alat sambung dengan baut = 14 mm
- Tebal plat simpul = 8 mm
- Mutu baja BJ 37 $\sigma_{ijin} = 1600 \text{ Kg/cm}^2$
- Kekuatan baut BJ 52 $\sigma_{ijin} = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

Kekuatan 1 buah baut Ø 14 mm

- terhadap geser

$$\begin{aligned}
 F &= m \cdot n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \sigma \\
 &= 2 \cdot 1 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1,4^2 \cdot (0,6 \cdot 2400) \\
 &= 4431,168 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

- terhadap desak

$$\begin{aligned}
 F &= \delta \cdot d_l \cdot \sigma_{\text{desak}} \\
 &= 0,8 \cdot 1,5 \cdot (1,5 \cdot 1600) \\
 &= 2880 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

⇒ Kekuatan yang menentukan adalah 2880 Kg

1. Untuk Batang 1-6

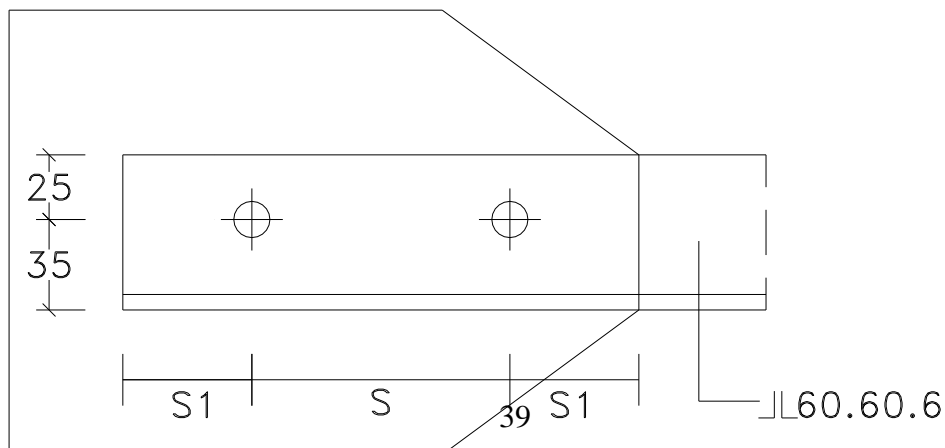
Profil yang digunakan $\angle 60.60.6$

$$P_{\text{max}} = 6176.875 \text{ Kg}$$

$$\text{Jumlah n baut} = \frac{6176.875}{2880} = 1.1447 \rightarrow 2 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}
 S_1 &= 3d \\
 &= 3 \times 1,4 \\
 &= 4,2 \sim 5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= 7d \\
 &= 7 \times 1,4
 \end{aligned}$$



2. Untuk Batang 15,17,20,25,27,30

Profil yang digunakan \angle 70.70.7

menggunakan baut \varnothing 14 mm

$$P_{\max} = 946.53 \text{ Kg}$$

$$\text{Jumlah n baut} = \frac{946.53}{2880} = 0,328 \rightarrow 2 \text{ buah}$$

$$S1 = 3d$$

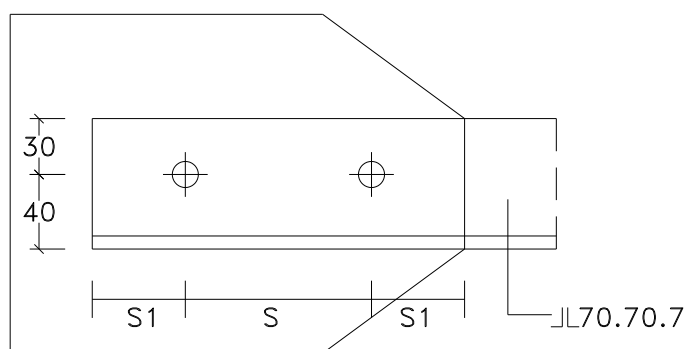
$$= 3 \times 1,4$$

$$= 4,2 \sim 5 \text{ cm}$$

$$S = 7d$$

$$= 7 \times 1,4$$

$$= 9,8 \sim 10 \text{ cm}$$



3. Untuk Batang 16,18,21,28,29,22,24,26

Profil yang digunakan \angle 50.50.5

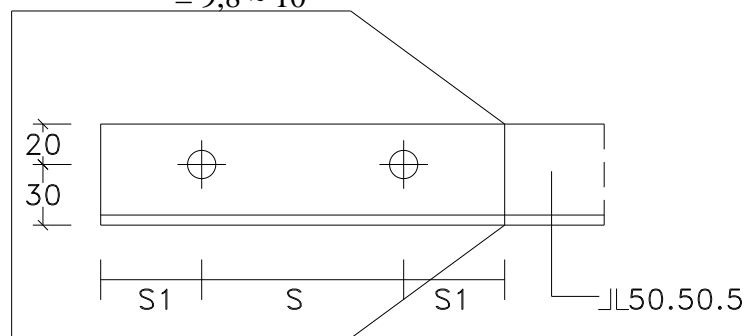
menggunakan baut \varnothing 14 mm

$$P_{\max} = 2051.87 \text{ Kg}$$

$$\text{Jumlah n baut} = \frac{2051.87}{2880} = 0,71 \rightarrow 2 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} S1 &= 3d \\ &= 3 \times 1,4 \\ &= 4,2 \sim 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= 7d \\ &= 7 \times 1,4 \\ &= 9,8 \sim 10 \text{ cm} \\ &= 9,8 \sim 10 \end{aligned}$$



4. Untuk Batang 7,8,9,10,11,12,13,14

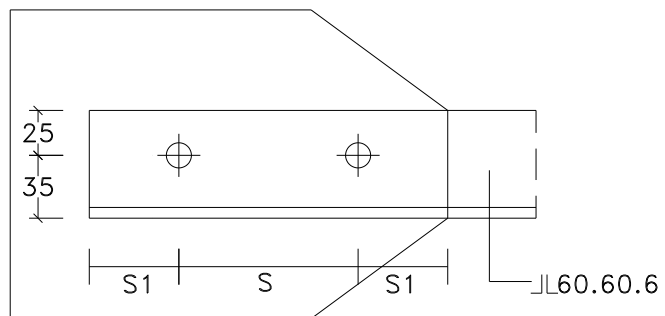
Profil yang digunakan \angle 70.70.7

menggunakan baut \varnothing 14 mm

$$P_{\max} = 7194.46 \text{ Kg}$$

$$\text{Jumlah n baut} = \frac{7194.46}{2880} = 1.498 \rightarrow 2 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}
 S1 &= 3d \\
 &= 3 \times 1,4 \\
 &= 4,8 \sim 5
 \end{aligned}$$



TABEL

JUMLAH BAUT

No. Batang	Gaya Batang	Diameter Baut	Jumlah Baut	Jarak S1	Jarak S	Profil
	(Kg)	(mm)		(cm)	(cm)	
1	6176.875	14	2	5	10	2L 60.60.6
2	4832.195	14	2	5	10	2L 60.60.6
3	5017.467	14	2	5	10	2L 60.60.6
4	5016.106	14	2	5	10	2L 60.60.6
5	4771.538	14	2	5	10	2L 60.60.6

6	6136.1866	14	2	5	10	2L 60.60.6
7	6992.8	14	2	5	10	2L 60.60.6
8	5760.64	14	2	5	10	2L 60.60.6
9	988.103	14	2	5	10	2L 60.60.6
10	363.54	14	2	5	10	2L 60.60.6
11	303.28	14	2	5	10	2L 60.60.6
12	997.298	14	2	5	10	2L 60.60.6
13	5900.32	14	2	5	10	2L 60.60.6
14	7194.46	14	2	5	10	2L 60.60.6
15	277.97	14	2	5	10	2L 70.70.7
16	1264.285	14	2	5	10	2L 50.50.5
17	946.283	14	2	5	10	2L 70.70.7
18	317.93	14	2	5	10	2L 50.50.5
19	2527.91	14	2	5	10	2L 70.70.7
20	0	14	2	5	10	2L 70.70.7
21	2051.87	14	2	5	10	2L 50.50.5
22	2014.76	14	2	5	10	2L 50.50.5
23	2527.91	14	2	5	10	2L 60.60.6
24	317.98	14	2	5	10	2L 50.50.5
25	492.98	14	2	5	10	2L 70.70.7
26	1444.905	14	2	5	10	2L 70.70.7
27	916.812	14	2	5	10	2L 70.70.7

28	626.915	14	2	5	10	2L 50.50.5
29	614.9033	14	2	5	10	2L 50.50.5
30	386.55	14	2	5	10	2L 70.70.7

BAB IV

PERENCANAAN PLAT LANTAI

IV.1 Dasar Perencanaan

Plat lantai pada proyek Perencanaan Gedung DIII Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang direncanakan dari struktur beton bertulang yang dicor secara monolit (menyatu) dengan struktur utama bangunan. Perhitungan perencanaan plat lantai didasarkan atas besarnya beban beton per m² yang dipikul oleh plat lantai itu sendiri, sesuai dengan fungsi pemakaian lantai tersebut. Peraturan-peraturan yang digunakan dalam perhitungan plat lantai adalah sebagai berikut:

- Struktur Beton Bertulang SKSNI T15-1991-03 (Istimawan Dipohusodo)
- Pedoman Pengerjaan Beton (Sagel Kole Kusuma)

IV.2 Estimasi Pembebanan

Berdasarkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung, maka beban yang diperhitungkan adalah sebagai berikut:

$$W_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

$$\text{DL} = \text{Beban Mati} \quad \text{LL} = \text{Beban Hidup}$$

IV.3 Analisa Statika

Penyelesaian perhitungan statika pada plat lantai meliputi perhitungan momen dan gaya lintang. Dan karena gaya lintang yang timbul pada konstruksi ini sangat kecil, maka perhitungan gaya lintang tersebut dapat diabaikan.

Berdasarkan tabel Koefisien momen pada buku “Struktur Beton Bertulang” yang disusun oleh Istimawan Dipohusodo, menunjukkan momen lentur yang bekerja pada jalur selebar 1.00 m, masing-masing pada arah x dan y ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

M_{lx} = momen lapangan maksimum per meter lebar arah x

M_{ly} = momen lapangan maksimum per meter lebar arah y

M_{tx} = momen tumpuan maksimum per meter lebar arah x

M_{ty} = momen tumpuan maksimum per meter lebar arah y

M_{tix} = momen jepit tak terduga per meter lebar arah x

M_{tiy} = momen jepit tak terduga per meter lebar arah y

IV.4 Perhitungan Penulangan

Perhitungan penulangan ini diambil dari momen-momen yang menentukan, dan dapat mewakili penulangan secara keseluruhan. Untuk melakukan perhitungan penulangan plat terlebih dahulu ditentukan ρ dari $\frac{Mu}{bd^2}$, dimana ρ harus memenuhi syarat yaitu $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$. Jika ternyata $\rho < \rho_{min}$ maka digunakan ρ_{min} dan bila $\rho > \rho_{maks}$ maka plat harus didesain ulang. Kemudian dicari tulangan dengan rumus $A_s = \rho \cdot b \cdot d$ dan ditentukan berapa diameter dan jumlah tulangan.

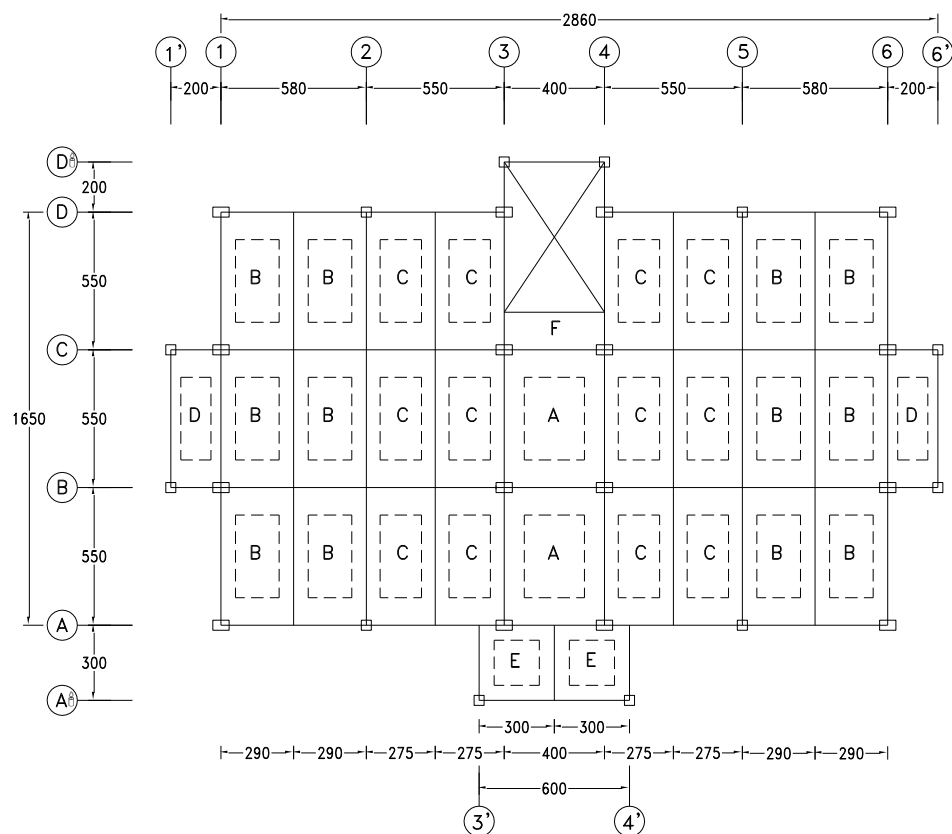
IV.5 Perhitungan Plat

IV.5.1 Data Perencanaan Plat

Berikut adalah data-data perencanaan plat lantai II dan III :

- Mutu beton (f'_c) = 25 MPa
- Mutu Baja (f_y) = 240 MPa
- Berdasarkan pasal 3.15 SK SNI T-15-1991-03 modulus elastisitas untuk beton dihitung dengan rumus :

$$E_c = 4700 * \sqrt{f'_c} = 4700 * \sqrt{25} = 23.500 \text{ MPa}$$



Gambar 4.1 Denah Perencanaan Plat Lantai II dan III

IV.5.2 Penentuan Tebal Plat

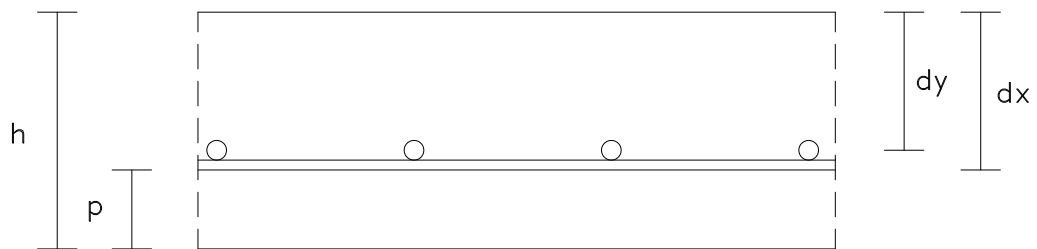
Menggunakan tebal plat lantai standar yaitu 12 cm.

IV.5.3 Penentuan Tinggi Efektif

p = Tebal penutup beton = 20 mm

(dari grafik dan tabel Perhitungan Beton Bertulang Gideon hal 14 tabel 2.1)

\emptyset = tulangan utama = 10 mm



$$dx = h - p - \frac{1}{2} \emptyset = 120 - 20 - 5 = 95 \text{ mm} = 0,095 \text{ m}$$

$$dy = h - p - \frac{1}{2} \emptyset - \emptyset = 120 - 20 - 10 - 5 = 85 \text{ mm} = 0,085 \text{ m}$$

IV.6 Perhitungan Beban (Lt. II dan Lt. III)

Untuk tipe plat A, B,C,D,E,dan F

Beban Mati

✓ Berat sendiri plat	$= 0,12 \times 24 \times 1$	$= 2,88 \text{ kN/m}$
✓ Plafond + Penggantung	$= 0,18 \times 1$	$= 0,18 \text{ kN/m}$
✓ Spesi	$= 0,02 \times 21 \times 1$	$= 0,42 \text{ kN/m}$
✓ Tegel Keramik	$= 0,02 \times 24 \times 1$	$= 0,48 \text{ kN/m}$

$$\text{WD} = 3,96 \text{ kN/m}$$

Beban Hidup

$$W_L = 2,50 \text{ kN/m}$$

Beban Berfaktor

$$\begin{aligned} W_u &= 1,2 W_D + 1,6 W_L \\ &= (1,2 \times 3,96) + (1,6 \times 2,50) \\ &= 8,176 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

IV.7 Perhitungan Tulangan Plat Lantai Dua Arah

Yang dimaksud plat lantai dua arah (two way slab) adalah sistem plat yang mempunyai rasio bentang pendek kurang dari dua. Pada perhitungan plat lantai tulangan yang dibutuhkan harus lebih besar sepertiga dari yang diperlukan berdasarkan analisis.

$$\rho_{\min} = 0,0058$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b$$

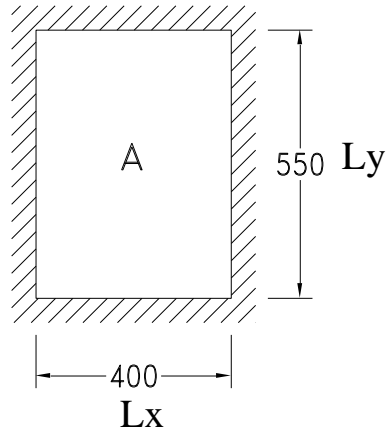
$$\begin{aligned} &= 0,85 \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,85 \frac{25 \times 0,85}{240} \times \frac{600}{600 + 240} \\ &= 0,054 \quad \quad \quad (\text{SK SNI Ps.3. 1.4.1}) \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b = 0,0403$$

$$\begin{aligned} d_{\text{efektif}} &= h - p - 0,5 D \\ &= 120 - 20 - 0,5 \cdot 10 \\ &= 95 \text{ mm} \end{aligned}$$

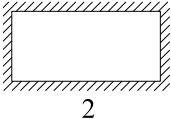
IV.7.1 Analisa Statika Plat Lantai II dan III

- Plat Type A



Dari tabel A-44 didapat :

$$C = \frac{L_y}{L_x} = \frac{5,50}{4,00} = 1,375 \sim 1,4$$
$$W_u = 8,176 \text{ kN/m}$$

Pada kasus  untuk $C = 1,4$ maka,

Momen yang terjadi :

$$\begin{aligned} M_{lx} &= W_u \times L_x^2 \times C \\ &= 8,176 \times 4,00^2 \times 0,0420 \\ &= 5,494 \text{ kNm} \\ M_{ly} &= W_u \times L_x^2 \times C \\ &= 8,176 \times 4,00^2 \times 0,0180 \\ &= 2,355 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{tx} &= W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 8,176 \times 4,00^2 \times (-0,0720) \\
 &= -9,419 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ty} &= W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 8,176 \times 4,00^2 \times (-0,0550) \\
 &= -7,195 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

▪ Penulangan lapangan arah X

$$M_{lx} = 5,494 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{5,494}{1,0,095^2} = 608,753 \text{ KN / m}^2 = 0,6087 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)

▪ Penulangan lapangan arah Y

$$M_{ly} = 2,355 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{2,355}{1,0,085^2} = 325,952 \text{ kN/m}^2 = 0,3260 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)

■ Penulangan tumpuan arah X

$$M_{tx} = -9,419 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{9,419}{1,0,095^2} = 1043,657 \text{ kN/m}^2 = 1,0437 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)

■ Penulangan tumpuan arah Y

$$M_{ty} = -7,195 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dy^2} = \frac{7,195}{1,0,085^2} = 995,848 \text{ kN/m}^2 = 0,9958 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

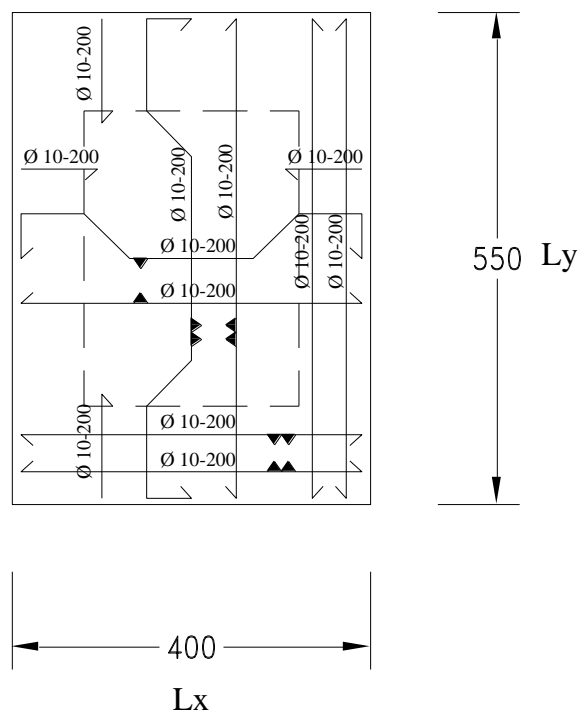
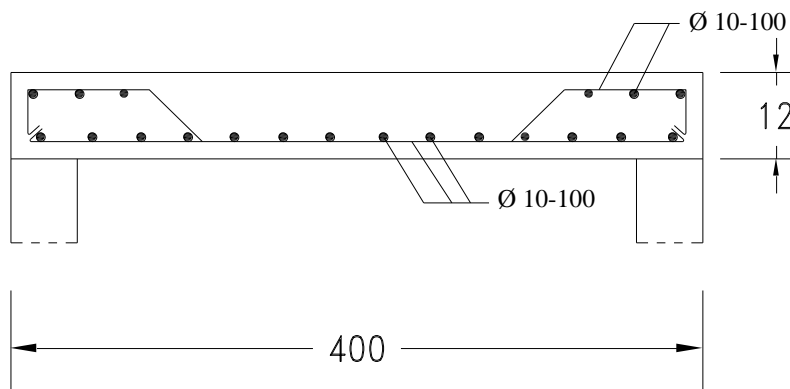
$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

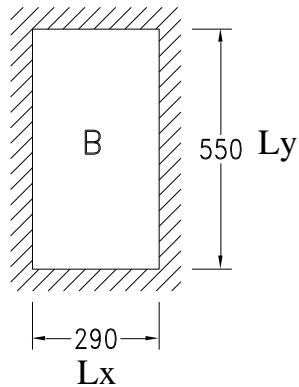
$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan $\emptyset 10 - 100$ $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)




- Plat Type B



Dari tabel A-44 didapat :

$$C = \frac{L_y}{L_x} = \frac{5,50}{2,90} = 1,897 \sim 2,0$$

$$W_u = 8,176 \text{ kN/m}$$

Pada kasus  untuk $C = 2,0$ maka,

2

Momen yang terjadi :

$$M_{lx} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 2,90^2 \times 0,0580$$

$$= 3,988 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 2,90^2 \times 0,0150$$

$$= 1,031 \text{ kNm}$$

$$M_{tx} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 2,90^2 \times (-0,0820)$$

$$= -5,638 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ty} &= W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 8,176 \times 2,90^2 \times (-0,0530) \\
 &= -3,644 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

▪ Penulangan lapangan arah X

$$M_{lx} = 3,988 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{3,988}{1,0,095^2} = 441,884 \text{ kN/m}^2 = 0,4419 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)

▪ Penulangan lapangan arah Y

$$M_{ly} = 1,031 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{1,031}{1,0,085^2} = 142,699 \text{ kN / m}^2 = 0,1427 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

As rencana = $\rho \times b \times d$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 As = 785,4 mm² (Tabel A-5)

▪ Penulangan tumpuan arah X

$$M_{tx} = -5,638 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{5,638}{1,0,095^2} = 624,709 \text{ kN / m}^2 = 0,6247 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$As = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 As = 785,4 mm² (Tabel A-5)

▪ Penulangan tumpuan arah Y

$$M_{ty} = -3,644 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dy^2} = \frac{3,644}{1,0,085^2} = 504,360 \text{ kN/m}^2 = 0,5044 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ Mpa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

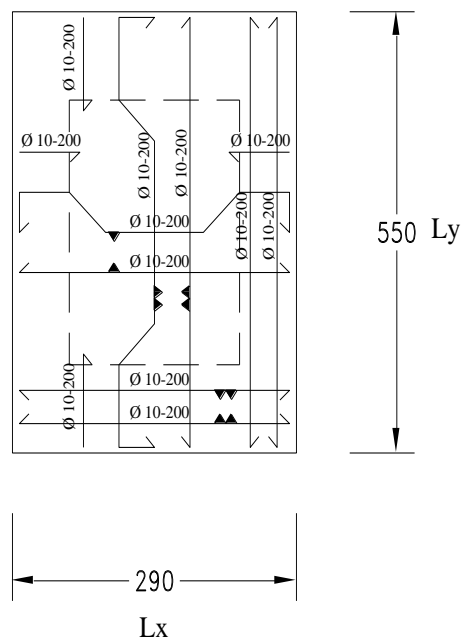
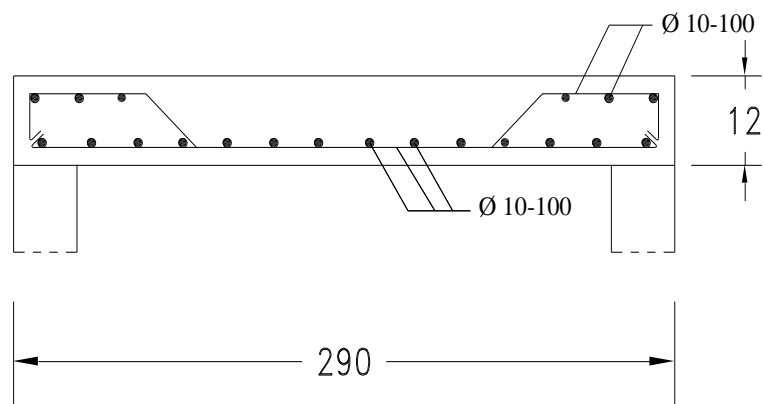
$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{maks}} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$

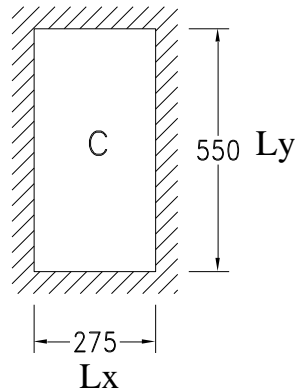
$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan $\emptyset 10 - 100$ $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)



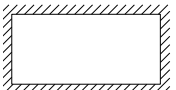
- Plat Type C



Dari tabel A-44 didapat :

$$C = \frac{L_y}{L_x} = \frac{5,50}{2,75} = 2,00$$

$$W_u = 8,176 \text{ kN/m}$$

Pada kasus  untuk $C = 2,0$ maka,

2

Momen yang terjadi :

$$M_{lx} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 2,75^2 \times 0,0580$$

$$= 3,586 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 2,75^2 \times 0,0150$$

$$= 0,927 \text{ kNm}$$

$$M_{tx} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 2,75^2 \times (-0,0820)$$

$$= -5,070 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ty} &= W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 8,176 \times 2,75^2 \times (-0,0530) \\
 &= -3,277 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

▪ Penulangan lapangan arah X

$$M_{lx} = 3,586 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{3,586}{1,0,095^2} = 397,341 \text{ kN/m}^2 = 0,3973 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)

▪ Penulangan lapangan arah Y

$$M_{ly} = 0,927 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{0,927}{1,0,085^2} = 128,304 \text{ kN/m}^2 = 0,1283 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

As rencana = $\rho \times b \times d$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 As = 785,4 mm² (Tabel A-5)

▪ Penulangan tumpuan arah X

$$M_{tx} = -5,070 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{5,070}{1,0,095^2} = 561,773 \text{ kN/m}^2 = 0,5618 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$As = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 As = 785,4 mm² (Tabel A-5)

▪ Penulangan tumpuan arah Y

$$M_{ty} = -3,277 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dy^2} = \frac{3,277}{1,0,085^2} = 453,564 \text{ kN/m}^2 = 0,4536 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

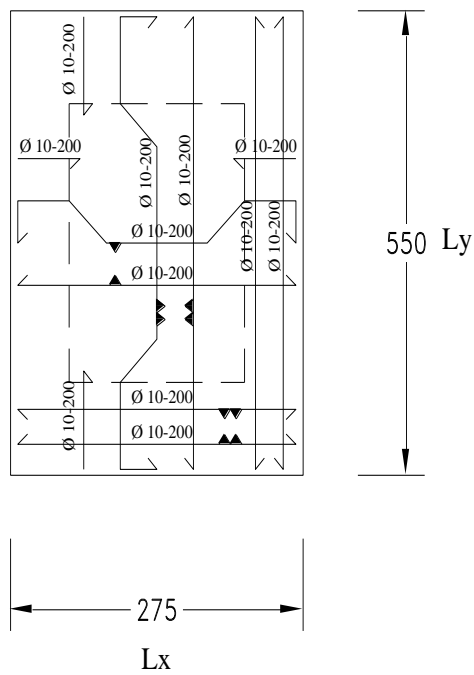
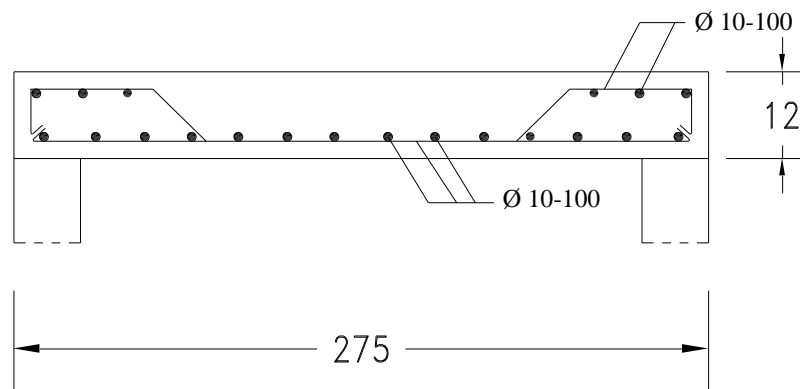
$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{maks}} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$

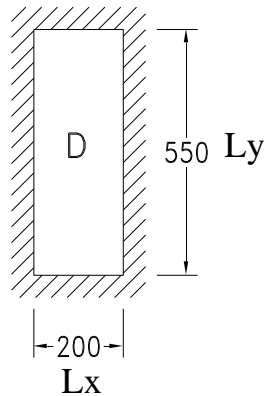
$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)




- Plat Type D



Dari tabel A-44 didapat :

$$C = \frac{L_y}{L_x} = \frac{5,50}{2,00} = 2,75 \sim 3,0$$

$$W_u = 8,176 \text{ kN/m}$$

Pada kasus  untuk $C = 3,0$ maka,

2

Momen yang terjadi :

$$M_{lx} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 2,00^2 \times 0,0650$$

$$= 2,126 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 2,00^2 \times 0,0140$$

$$= 0,458 \text{ kNm}$$

$$M_{tx} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 2,00^2 \times (-0,0830)$$

$$= -2,714 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ty} &= W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 8,176 \times 2,00^2 \times (-0,0490) \\
 &= -1,602 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

▪ Penulangan lapangan arah X

$$M_{lx} = 2,126 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{2,126}{1.0,095^2} = 235,568 \text{ kN/m}^2 = 0,2356 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)

▪ Penulangan lapangan arah Y

$$M_{ly} = 0,458 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{0,458}{1.0,085^2} = 63,391 \text{ kN/m}^2 = 0,0634 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

As rencana = $\rho \times b \times d$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 As = 785,4 mm² (Tabel A-5)

▪ Penulangan tumpuan arah X

$$M_{tx} = -2,714 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{2,714}{1,0,095^2} = 300,720 \text{ kN/m}^2 = 0,3007 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$As = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 As = 785,4 mm² (Tabel A-5)

▪ Penulangan tumpuan arah Y

$$M_{ty} = -1,602 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dy^2} = \frac{1,602}{1,0,085^2} = 221,730 \text{ kN/m}^2 = 0,0221 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

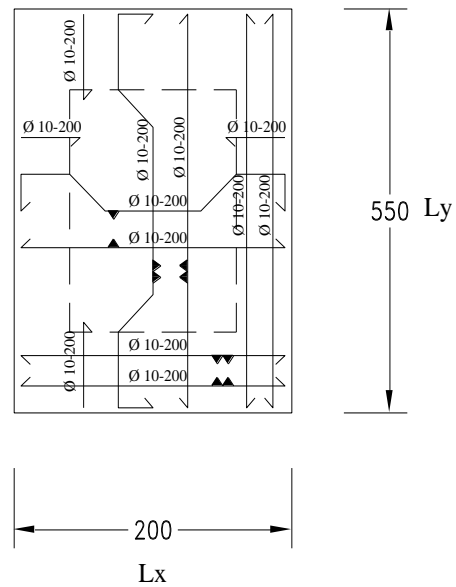
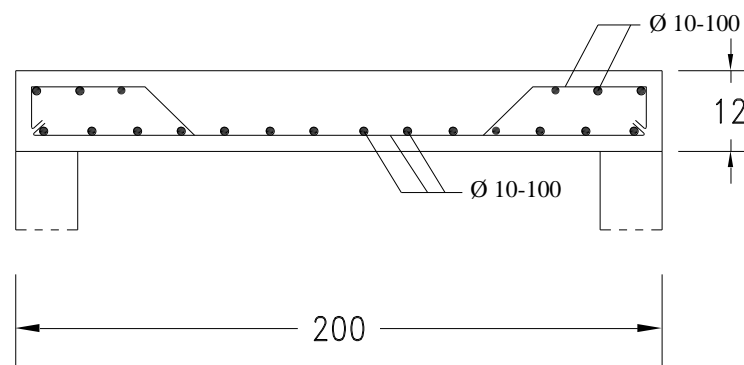
$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{maks}} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$

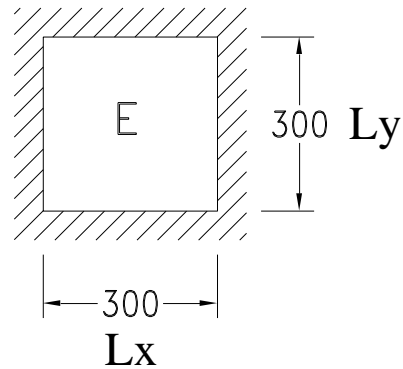
$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan $\emptyset 10 - 100$ $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)



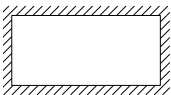
- Plat Type E



Dari tabel A-44 didapat :

$$C = \frac{L_y}{L_x} = \frac{3,00}{3,00} = 1,00$$

$$W_u = 8,176 \text{ kN/m}$$

Pada kasus  untuk $C = 1,0$ maka,

2

Momen yang terjadi :

$$M_{lx} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 3,00^2 \times 0,0250$$

$$= 1,840 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 3,00^2 \times 0,0250$$

$$= 1,840 \text{ kNm}$$

$$M_{tx} = W_u \times L_x^2 \times C$$

$$= 8,176 \times 3,00^2 \times (-0,0510)$$

$$= -3,753 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ty} &= W_u \times L_x^2 \times C \\
 &= 8,176 \times 3,00^2 \times (-0,0510) \\
 &= -3,753 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

▪ Penulangan lapangan arah X

$$M_{lx} = 1,840 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{1,840}{1,0,095^2} = 203,878 \text{ kN/m}^2 = 0,2039 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)

▪ Penulangan lapangan arah Y

$$M_{ly} = 1,840 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{1,840}{1,0,085^2} = 254,671 \text{ kN/m}^2 = 0,2547 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

As rencana = $\rho \times b \times d$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 As = 785,4 mm² (Tabel A-5)

▪ Penulangan tumpuan arah X

$$M_{tx} = -3,753 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{3,753}{1,0,095^2} = 415,845 \text{ kN/m}^2 = 0,4158 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

As = $\rho \cdot b \cdot d$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 As = 785,4 mm² (Tabel A-5)

▪ Penulangan tumpuan arah Y

$$M_{ty} = -3,753 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dy^2} = \frac{3,753}{1,0,085^2} = 519,446 \text{ kN/m}^2 = 0,5194 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

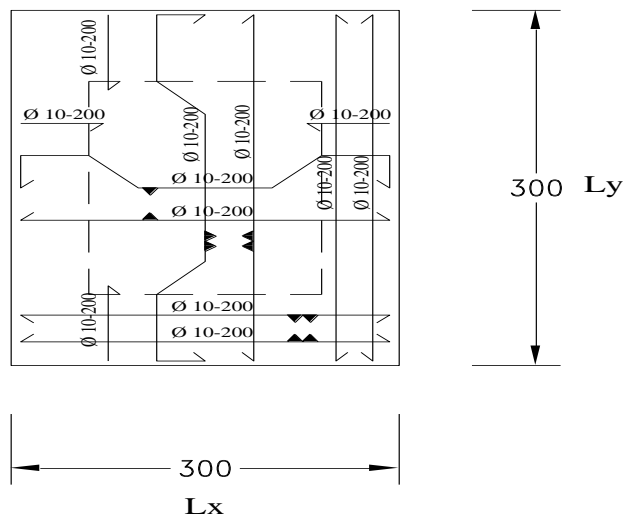
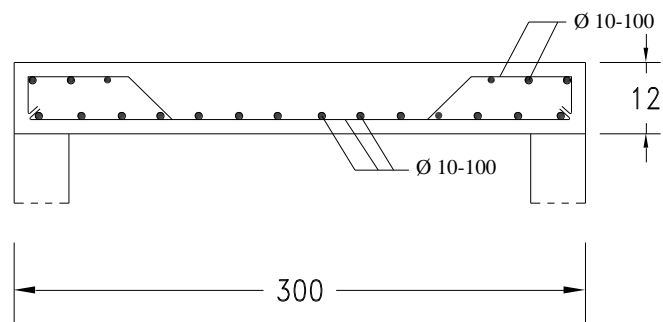
$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{maks}} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$

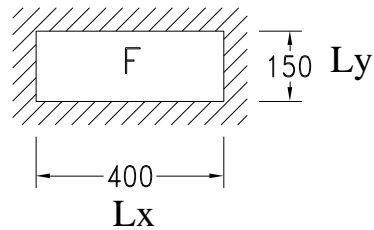
$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan $\emptyset 10 - 100$ $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)



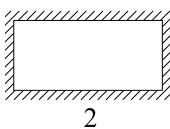
- Plat Type F



Dari tabel A-44 didapat :

$$C = \frac{L_y}{L_x} = \frac{1,50}{4,00} = 0,38 \sim 1,0$$

$$W_u = 8,176 \text{ kN/m}$$

Pada kasus  untuk $C = 1,0$ maka,

Momen yang terjadi :

$$\begin{aligned} M_{lx} &= W_u \times L_x^2 \times C \\ &= 8,176 \times 4,00^2 \times 0,0250 \\ &= 3,270 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= W_u \times L_x^2 \times C \\ &= 8,176 \times 4,00^2 \times 0,0250 \\ &= 3,270 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{tx} &= W_u \times L_x^2 \times C \\ &= 8,176 \times 4,00^2 \times (-0,0510) \\ &= -6,672 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= W_u \times L_x^2 \times C \\ &= 8,176 \times 4,00^2 \times (-0,0510) \\ &= -6,672 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- Penulangan lapangan arah X

$$M_{lx} = 3,270 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{3,270}{1,0,095^2} = 362,327 \text{ kN/m}^2 = 0,3623 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)

- Penulangan lapangan arah Y

$$M_{ly} = 3,270 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{3,270}{1,0,085^2} = 452,595 \text{ kN/m}^2 = 0,4526 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)

- Penulangan tumpuan arah X

$$M_{tx} = -6,672 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{6,672}{1,0,095^2} = 739,280 \text{ kN/m}^2 = 0,7393 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 95 = 551 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)

- Penulangan tumpuan arah Y

$$M_{ty} = -6,672 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot dy^2} = \frac{6,672}{1,0,085^2} = 923,460 \text{ kN/m}^2 = 0,9235 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

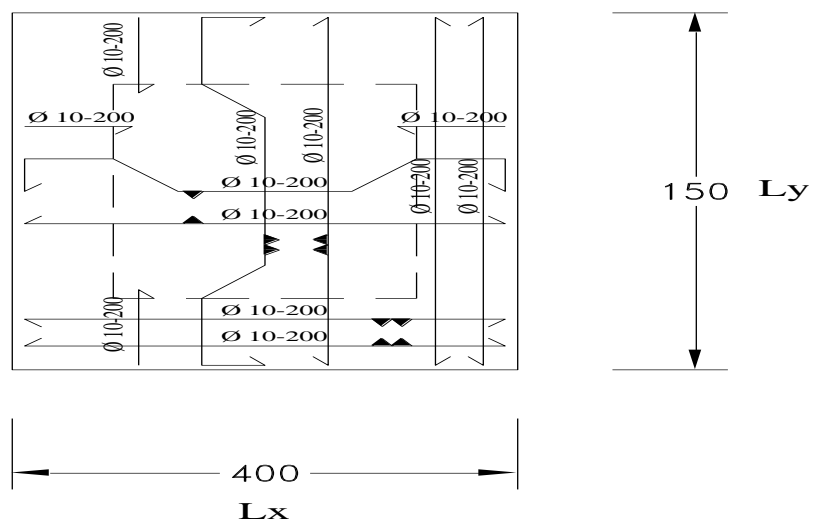
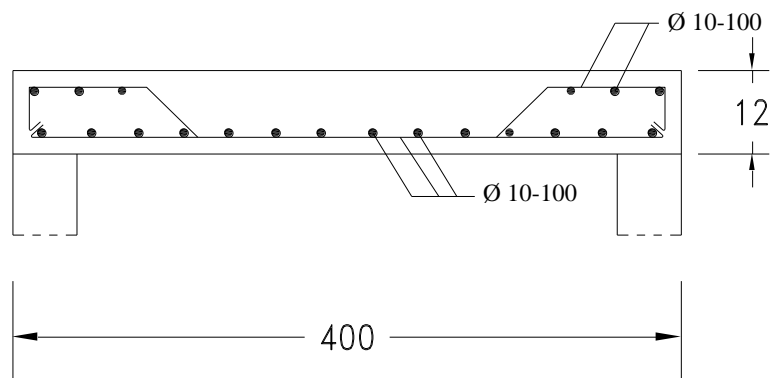
$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \times 1000 \times 85 = 493 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan Ø 10 - 100 $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$ (Tabel A-5)



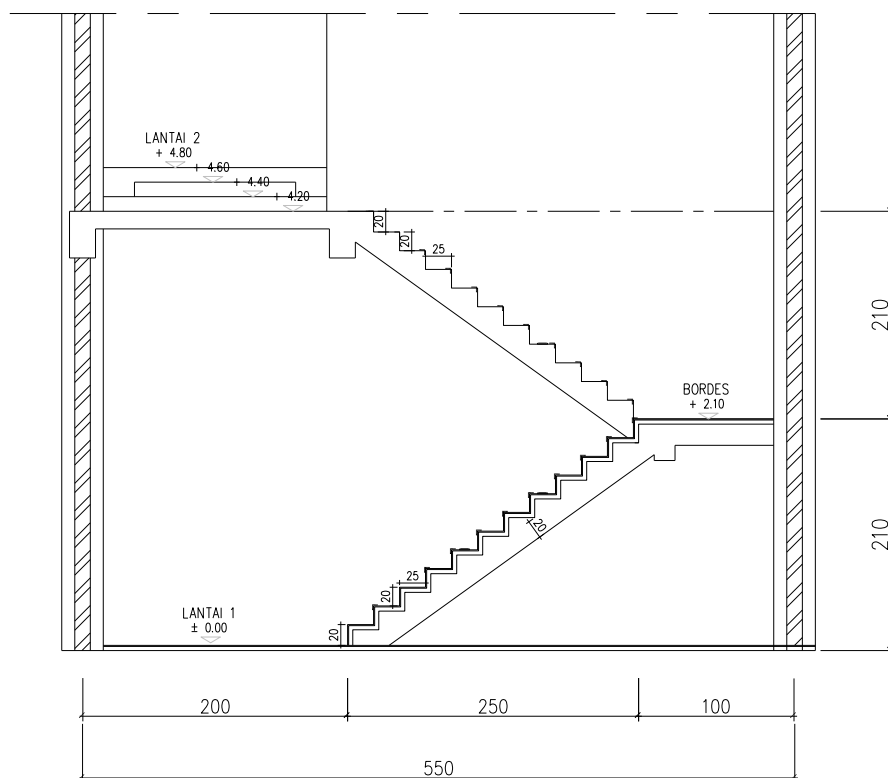
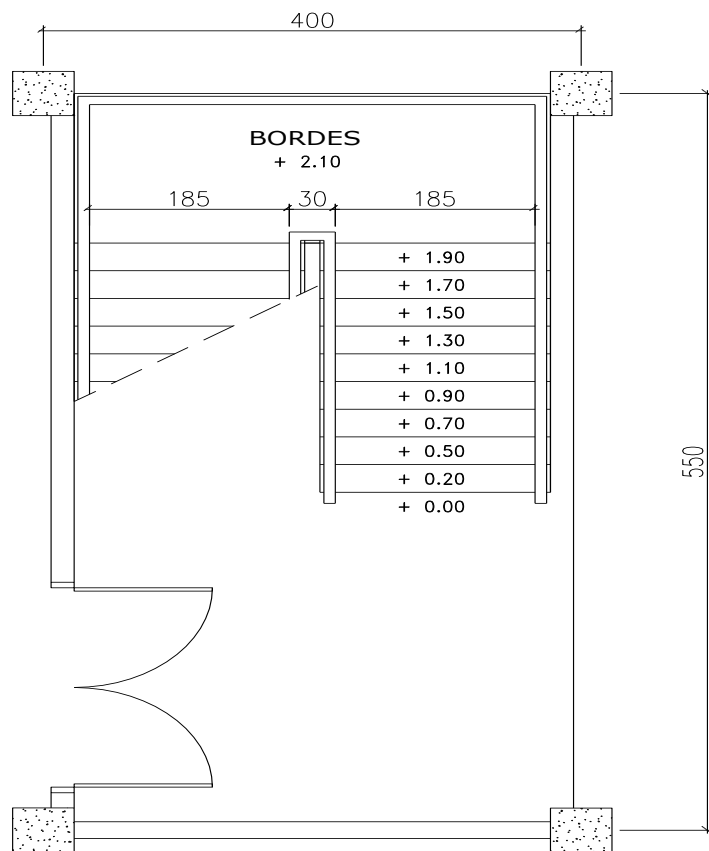
BAB V

PERENCANAAN TANGGA

V.1 Dasar Perencanaan

Dalam hal ini tangga direncanakan menggunakan beton bertulang dengan mutu $f'_c = 25$ MPa dan mutu baja $f_y = 240$ MPa. Perhitungan tangga ini meliputi perhitungan pembebanan, statika, perhitungan beton berdasarkan peraturan yang berlaku. Estimasi beban untuk menentukan besarnya beban yang bekerja pada tangga didasarkan pada peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung (PMI) tahun 1983.

Perhitungan tulangan dihitung dengan pembebanan tetap, hal ini dimaksudkan untuk memperoleh luas tulangan yang terbesar. Perhitungan ini berdasarkan SKSNI T15-1991-03 TABEL 5.1 h dan tabel 2.2a buku Perencanaan Beton Bertulang (Gideon.4).



a. Ruang Yang Dipakai

- Panjang : 550 cm
- Lebar : 400 cm
- Tinggi antar lantai : 420 cm
- Tinggi bordes : 210 cm

b. Perhitungan Ukuran Tangga

- Perencanaan tinggi optride (O) : 20 cm
- Jumlah Optride : $210/20 = 11$ buah
- Lebar Antride (A) : 25 cm

$$\text{Syarat } A + 2 \times O = 60 \text{ s/d } 65$$

$$25 + 2 \times 20 = 65 \text{ OK}$$

c. Perhitungan Tangga dan Bordes

- Jumlah Antride : $11 - 1 = 10$ buah
- Lebar Bordes : 100 cm
- Panjang Tangga : 250 cm
- Sudut Kemiringan Tangga

$$\alpha = \arctan \frac{\text{Tinggi.Optride}}{\text{Lebar.Antride}}$$

$$= \arctan \frac{20}{25}$$

$$\alpha = 38,660^\circ$$

V.2 Estimasi Pembebanan

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} h_t &= 15 + \frac{1}{2} (20 \cos 38,660) \\ &= 22,808 \text{ cm} \sim 23 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$e = \frac{23}{\cos 38,660} = 29,454 \text{ cm}$$

V.2.1 Analisa Pembebanan Plat Lantai

a. Beban Mati

• berat sendiri plat tangga	: $0,23 \times 24$	$= 5,52 \text{ kN/m}^2$
• berat spesi	: $0,02 \times 21$	$= 0,42 \text{ kN/m}^2$
• berat tegel	: $0,02 \times 24$	$= 0,48 \text{ kN/m}^2$
• berat handrill	:	$= 0,10 \text{ kN/m}^2$
		<hr/> $W_D = 6,52 \text{ kN/m}^2$

b. Beban Hidup (W_L) = $2,50 \text{ kN/m}^2$

c. Beban Berfaktor (W_u)

$$\begin{aligned} W_u &= 1,2 \cdot W_D + 1,6 \cdot W_L \\ &= 1,2 \times 6,52 + 1,6 \times 2,50 \\ &= 11,824 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

V.2.2 Analisa Pembebanan Plat Bordes

a. Beban Mati :

- Berat sendiri plat bordes : $0,23 \times 24 = 5,52 \text{ kN/m}^2$
- Berat Spesi : $0,02 \times 21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$
- Berat Ubin : $0,02 \times 24 = 0,48 \text{ kN/m}^2$
- Berat Handrill : $= 0,10 \text{ kN/m}^2$

$$W_D = 6,52 \text{ kN/m}^2$$

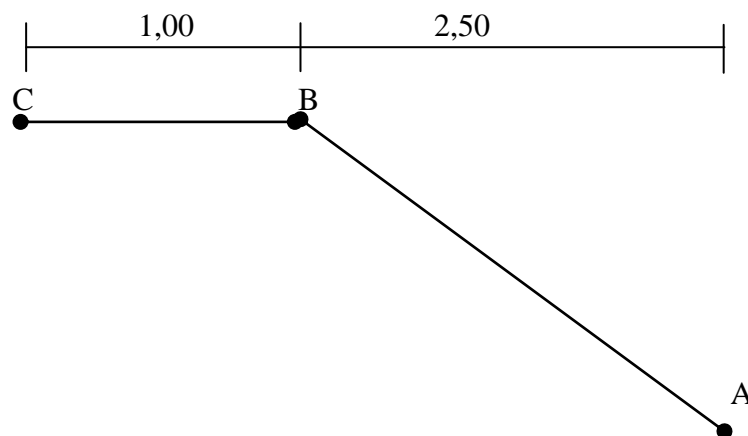
b. Beban Hidup (W_L) = $2,50 \text{ kN/m}^2$

c. Beban Berfaktor (W_u)

$$\begin{aligned} W_u &= 1,2 \cdot W_D + 1,6 \cdot W_L \\ &= 1,2 \times 6,52 + 1,6 \times 2,50 \\ &= 11,824 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

V.3 Analisa Statika

Untuk mempermudah perhitungan momen dan gaya – gaya dalam, tumpuan pada tangga dianggap jepit dan tumpuan pada balok bordes dianggap sendi dengan menganggap tangga dan bordes sebagai elemen.



- Stiffness Factor (SF)

$$K_{CB} = \frac{4EI}{L} = \frac{4EI}{1,00} = 4,00 EI$$

$$K_{BA} = \frac{4EI}{L} = \frac{4EI}{2,50}$$

$$= 1,60 EI$$

$$K_{CB} : K_{BA} = 4,00 : 1,60$$

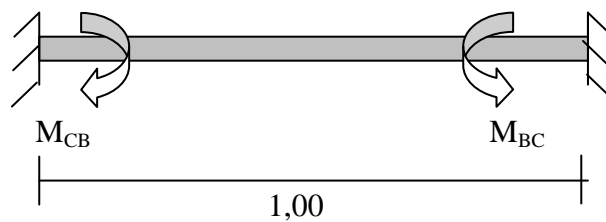
- Distributie Factor (DF)

$$\mu_{BC} = \frac{4,00}{4,00 + 1,60}$$

$$= 0,714$$

$$\mu_{BA} = \frac{1,60}{4,00 + 1,60}$$

$$= 0,286$$



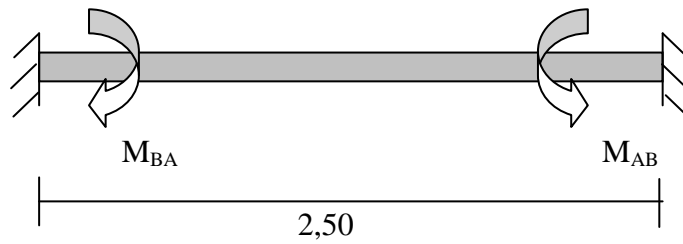
$$q = 1182,4 \text{ Kg/m}^2$$

$$M_{CB} = 1/12 \times q \times l^2$$

$$= 1/12 \times 1182,4 \times 1,00^2$$

$$= 98,533 \text{ Kgm}$$

$$\begin{aligned}
 M_{BC} &= - 1/12 \times q \times l^2 \\
 &= - 1/12 \times 1182,4 \times 1,00^2 \\
 &= - 98,533 \text{ Kgm}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 ql &= \frac{q}{\cos 38,866} \\
 &= \frac{1182,4}{\cos 38,866} \\
 &= 1518,593 \text{ Kg/m}^2
 \end{aligned}$$

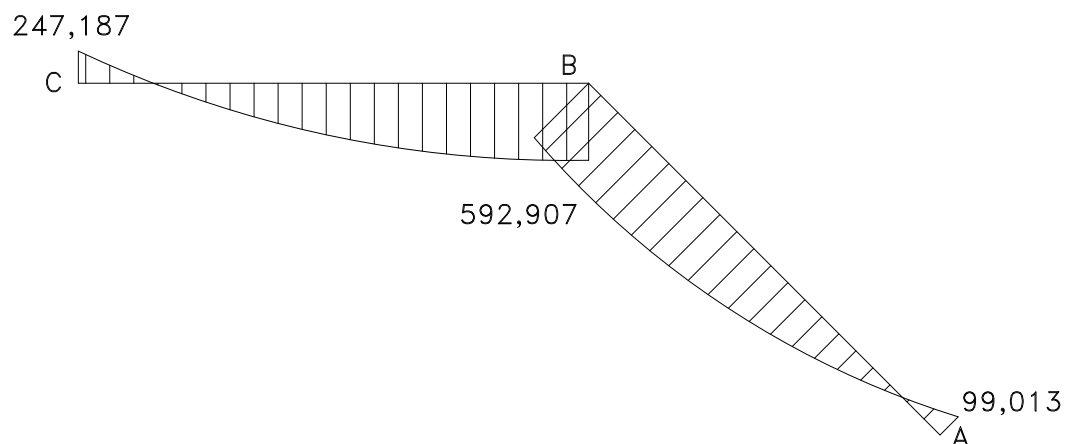
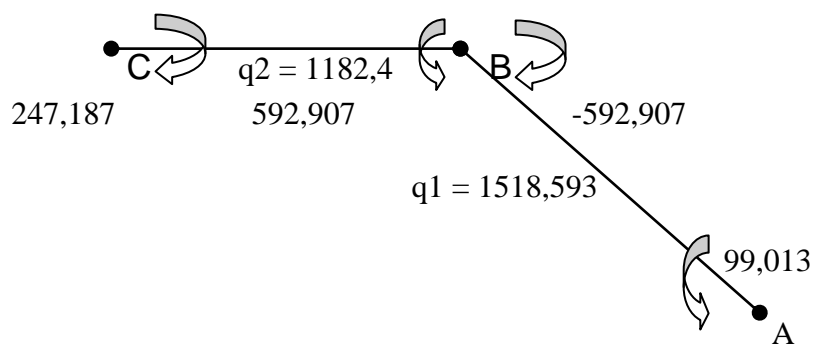
$$\begin{aligned}
 M_{BA} &= 1/12 \times ql \times l^2 \\
 &= 1/12 \times 1518,593 \times 2,50^2 \\
 &= 790,934 \text{ Kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{AB} &= - 1/12 \times ql \times l^2 \\
 &= - 1/12 \times 1518,593 \times 2,50^2 \\
 &= - 790,934 \text{ Kgm}
 \end{aligned}$$

METODE CROSS

JOINT	C	B		A
ANGGOTA	CB	BC	BA	AB
DF		0.714	0.286	
FEM		-98.533	790.934	
BAL		-494.374	-198.027	
CO	-247.187	0.000	0.000	-99.013
BAL		0.000	0.000	
CO	0.000	0.000	0.000	0.000
JUMLAH	-247.187	-592.907	592.907	-99.013

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Cross Tangga



V. 4 Penulangan Tangga

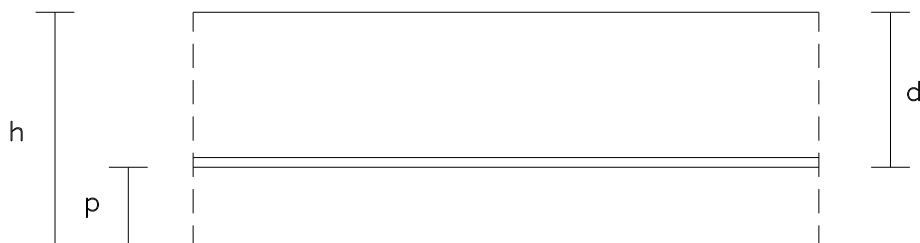
Tebal plat (h) = 150 mm

Penutup beton (p) = 20 mm

Ø tulangan = 10 mm

f'_c = 25 MPa

f_y = 240 Mpa



$$\begin{aligned}d &= h - p - \frac{1}{2} \cdot \text{Ø tulangan} \\&= 150 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10 \\&= 123 \text{ mm}\end{aligned}$$

- Tulangan Lapangan

$$M_u = 5,927 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{5,927}{1,0 \cdot 123^2} = 391,764 \text{ kN/m}^2 = 0,3918 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\
 &= 0,0058 \cdot 1000 \cdot 123 \\
 &= 713,4 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan Ø 14 – 200 ($A_s = 769,7 \text{ mm}^2$, Tabel A - 5)

- Tulangan Tumpuan :

$$M_u = 2,471 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{2,471}{1,0 \cdot 123^2} = 163,329 \text{ kN/m}^2 = 0,1633 \text{ Mpa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

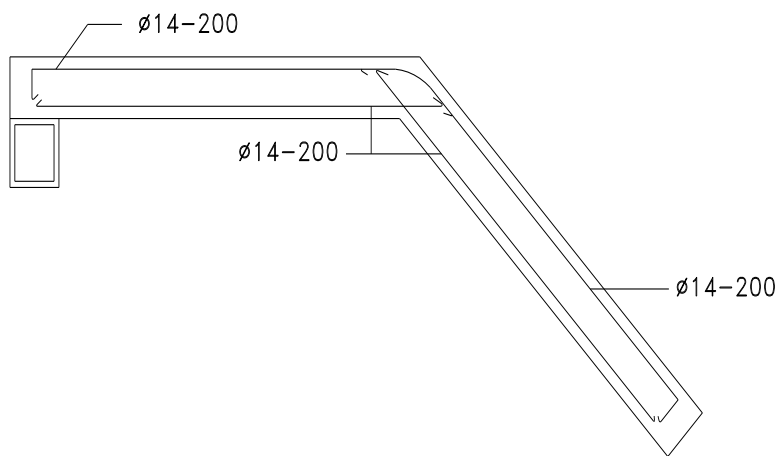
$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\
 &= 0,0058 \cdot 1000 \cdot 123 \\
 &= 713,4 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan Ø 14 – 200 ($A_s = 769,7 \text{ mm}^2$, Tabel A - 5)



Gambar 5.1 Tulangan Plat Tangga

V. 5 Balok Bordes

$$\begin{aligned}
 h &= 1/12 \cdot \text{Panjang Balok} \\
 &= 1/12 \cdot 400 \\
 &= 33 \text{ cm} \sim 30 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= 2/3 \cdot h \\
 &= 2/3 \cdot 30 \\
 &= 20 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

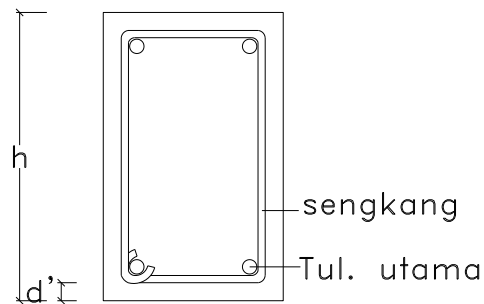
$$f'c = 25 \text{ MPa}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$\text{Ø tulangan} = 14 \text{ mm}$$

$$\text{Sengkang} = 8 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 d &= h - d' - \text{Ø sengkang} - \frac{1}{2} \cdot \text{Ø tul. utama} \\
 &= 300 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 14 = 245 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Pembebanan

a. Beban mati

- Berat bordes = $0,23 \times 24$ = 5,520 kN/m
 - Berat sendiri = $0,25 \times 0,40 \times 24$ = 2,400 kN/m
 - Berat dinding = $0,15 \times 1,9 \times 17$ = 4,845 kN/m
 - Berat spesi = $0,02 \times 21$ = 0,420 kN/m
 - Berat tegel = $0,02 \times 24$ = 0,480 kN/m
 - Berat handrill = 0,100 kN/m
-
- = 13,765 kN/m

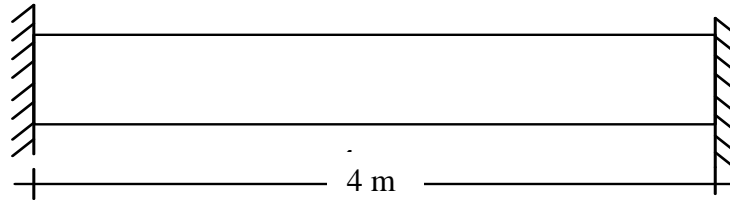
b. Beban hidup = 250 kg/m = 2,50 kN/m

c. Beban Berfaktor (W_u)

$$\begin{aligned}
 W_u &= 1,2 \cdot W_D + 1,6 \cdot W_L \\
 &= 1,2 \cdot 13,765 + 1,6 \cdot 2,50 \\
 &= 20,518 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Analisa Statika

$$W_u = 20,518 \text{ kN/m}$$



Perhitungan

$$\begin{aligned} M_{\text{lapangan}} &= 1/12 \cdot W_u \cdot l^2 \\ &= 1/12 \cdot 20,518 \cdot 4^2 \\ &= 27,357 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{tumpuan}} &= -1/24 \cdot W_u \cdot l^2 \\ &= -1/24 \cdot 20,518 \cdot 4^2 \\ &= -13,679 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Penulangan Balok Bordes

❖ Tulangan Tumpuan

$$M_u = 13,679 \text{ kN/m}$$

$$k = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{13,679}{0,250 \cdot 0,245^2} = 911,553 \text{ kN/m}^2 = 0,9115 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{min}} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{maks}} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\
 &= 0,0058 \cdot 250 \cdot 245 \\
 &= 355,250 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 3 Ø 14 ($A_s = 462 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

❖ Tulangan Lapangan

$$M_u = 27,357 \text{ kN/m}$$

$$k = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{27,357}{0,250 \cdot 0,245^2} = 1823,040 \text{ kN/m}^2 = 1,8230 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,8230 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho = 0,0080$$

→ maka dipakai $\rho = 0,0080$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\
 &= 0,0080 \cdot 250 \cdot 245 \\
 &= 490 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 3 Ø 14 ($A_s = 462 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

Penulangan Geser

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 20,518 \cdot 4,00 = 41,036 \text{ kN} = 41036 \text{ N}$$

$$v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{41036}{250 \cdot 245} = 0,670 \text{ MPa}$$

$$\phi v_c = \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b_w \cdot d$$

$$= \left(\frac{\sqrt{25}}{6} \cdot 250 \cdot 245 \right) 10^{-3}$$

$$= 51,042 \text{ kN} = 0,510 \text{ MPa}$$

Karena $v_u > \phi v_c = 0,670 \text{ MPa} > 0,510 \text{ MPa}$ maka harus diberi tulangan geser

$$\text{Chek } \phi v_s \leq \phi v_{s \text{ maks}}$$

$$\phi v_s = v_u - \phi v_c = 0,670 - 0,510$$

$$= 0,160 \text{ MPa} < 2,00 \text{ MPa} \quad (\text{Tabel 17})$$

$$A_v = \frac{b \cdot s}{3 f_y}$$

$$= \frac{250 \cdot 245}{3 \cdot 240}$$

$$= 85,069 \text{ mm}^2$$

A_v = luasan penampang sengkang diambil $\phi 8$ ($A_s = 100,6 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

$$S = \frac{A_v \cdot d \cdot f_y \cdot 10^{-3}}{v_s}$$

$$= \frac{(100,6 \cdot 245 \cdot 240) 10^{-3}}{16}$$

$$= 369,705 \text{ mm}^2$$

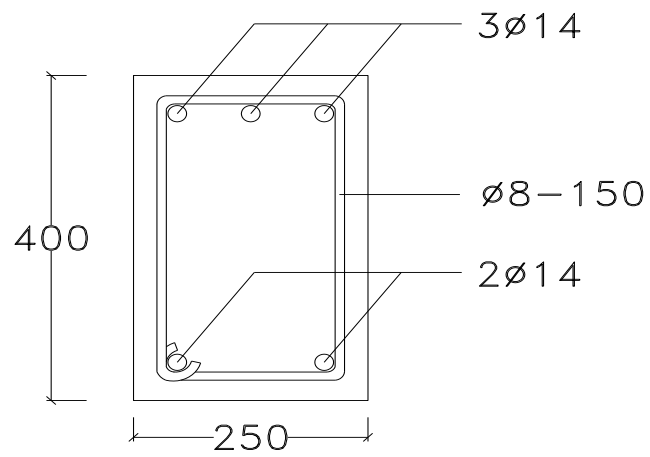
Digunakan sengkang $\phi 8 - 150 \text{ mm}$ ($A_s = 335,1 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)

Menentukan spasi maksimum yang dibutuhkan

$$S_{\text{maks}} = \frac{3 A_v f_y}{B_w} = \frac{3 \cdot 100,6 \cdot 240}{250} = 289,728 \text{ mm}^2$$

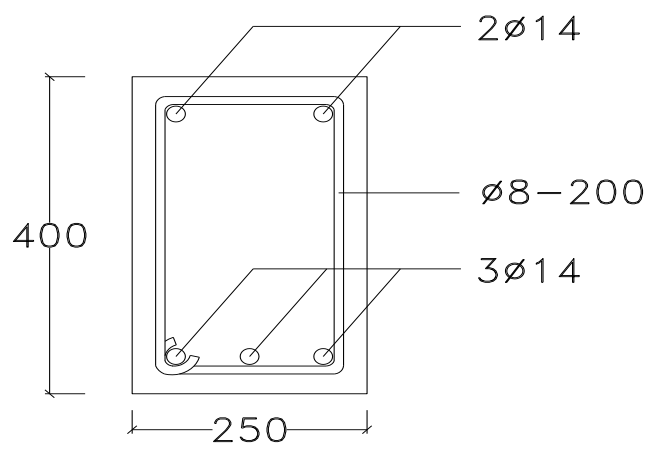
Digunakan sengkang $\phi 8 - 200 \text{ mm}$ ($A_s = 251,3 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)

Tulangan Tumpuan



Gambar 5.2 Tulangan Tumpuan Balok Bordes

Tulangan Lapangan



Gambar 5.3 Tulangan Lapangan Balok Bordes

BAB VI

PERENCANAAN PORTAL

VI.1 Dasar Perencanaan

Dalam perencanaan portal terdiri dari perencanaan balok induk, perencanaan kolom, dan perencanaan pondasi. Portal yang direncanakan terdiri dari kolom yang diperkuat dengan balok-balok yang dicor secara monolit untuk menahan beban akibat gravitasi dan gempa. Balok-balok tersebut terdiri dari balok induk, balok anak, ring balk dan sloof. Perencanaan portal ini terdiri dari dua bagian, yaitu perencanaan portal melintang dan perencanaan portal memanjang serta dibuat secara dua dimensi. Dalam perencanaan portal ini menggunakan mutu beton $f_c = 25$ Mpa dan mutu tulangan $f_y = 240$ Mpa. Perhitungan portal ini meliputi perhitungan pembebanan beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.

- **Beban Mati**

Beban gravitasi termasuk beban mati yang terdiri dari berat sendiri balok, berat sendiri kolom, berat sendiri plat lantai, beban dinding yang bekerja di atas balok portal.

- **Beban Hidup**

Beban hidup besarnya berasal dari fungsi bangunan tersebut, dan ditentukan berdasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia tahun 1983 untuk gedung.

Perhitungan pembebanan dengan menggunakan sistem amplop dengan menggunakan sudut 45° . Ada dua macam pembebanan yang dihasilkan dari

sistem amplop ini yaitu segitiga dan trapesium. Untuk perhitungan pembebanan yang diperhitungkan antara lain beban mati dan beban hidup. Sedangkan untuk analisa statika meliputi perhitungan momen, gaya lintang, dan gaya normal. Jenis perletakan portal direncanakan dengan anggapan bahwa bangunan tersebut menggunakan perletakan jepit. Perhitungan statika pada perencanaan portal ini dibantu dengan menggunakan metode cross.

VI.2 Data Perencanaan

Adapun dimensi-dimensi yang direncanakan adalah:

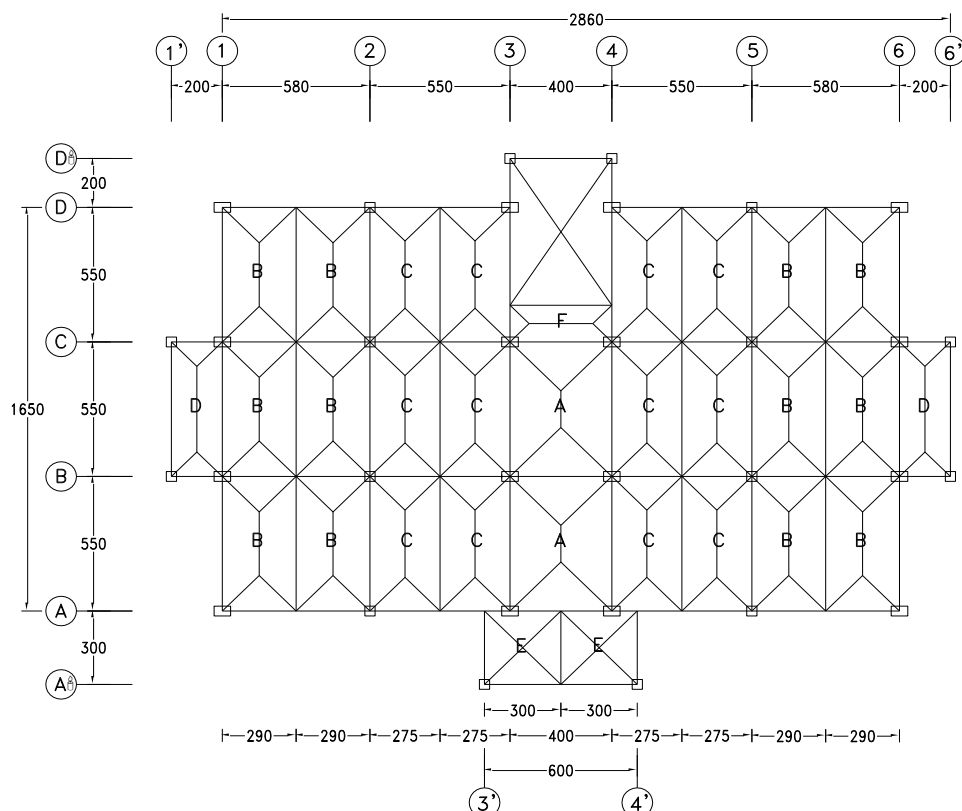
1. Plat Lantai 120 mm
2. Kolom :
 - K1 400 / 600 mm
 - K2 400 / 400 mm
3. Balok Induk :
 - B1 250 / 400 mm
 - B2 300 / 500 mm
 - B3 300 / 300 mm
4. Ring Balok :
 - RB 1 250 / 400 mm
 - RB2 250 / 300 mm
5. Sloof :
 - S1 250 / 400 mm
 - S2 250 / 300 mm

VI.3 Peraturan Yang Digunakan

Perencanaan struktur ini tidak lepas dari penggunaan beberapa peraturan yang ditetapkan oleh pemerintah, diantaranya adalah:

1. Pedoman Perencanaan untuk Struktur Beton Bertulang biasa dan Struktur Tembok Bertulang untuk Gedung 1983.
2. Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SK SNI T15-1991-03.
3. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983.

VI.4 Pembebanan Pada Balok



Gambar 6.1 Pembebanan pada Balok Metode Amplop

Beban Yang Bekerja Pada tiap Plat Lantai

Beban Mati (W_D)

- Berat sendiri plat $= 0,12 \times 24 \times 1 = 2,88 \text{ kN/m}$
- Plafond + Penggantung $= 0,11 \times 7 = 0,18 \text{ kN/m}$
- Spesi $= 0,02 \times 21 \times 1 = 0,42 \text{ kN/m}$
- Tegel Keramik $= 0,02 \times 24 \times 1 = 0,48 \text{ kN/m}$

$$W_D = 3,96 \text{ kN/m}$$

Beban Hidup

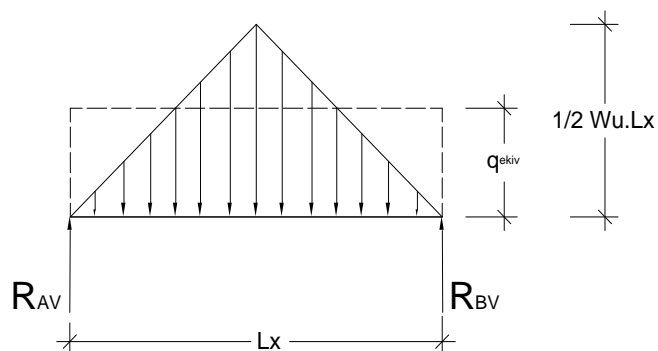
$$W_L = 2,50 \text{ kN/m}$$

Beban Berfaktor (W_u)

$$\begin{aligned} W_u &= 1,2 W_D + 1,6 W_L \\ &= (1,2 \times 3,96) + (1,6 \times 2,50) \\ &= 8,752 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

VI.4.1 Analisa Beban Yang Bekerja

a) Pembebanan Segitiga



$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= \frac{1}{2} \cdot [(q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}) + (q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2})] \\
 &= \frac{1}{2} \cdot [(q \cdot l_x \cdot \frac{1}{4}) + (q \cdot l_x \cdot \frac{1}{4})] \\
 &= \frac{1}{4} \cdot q \cdot l_x
 \end{aligned}$$

Jika $q = \frac{1}{2} \cdot W_U \cdot l_x$, maka:

$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= \frac{1}{4} (\frac{1}{2} \cdot W_U \cdot l_x) \cdot l_x \\
 &= \frac{1}{8} \cdot W_U \cdot l_x^2
 \end{aligned}$$

M_{\max} segitiga ditengah bentang :

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot l_x - [(q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}) \cdot (l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3})] \\
 &= R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot l_x - [(\frac{q \cdot l_x^2}{24})]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jika } R_A &= \frac{1}{8} \cdot W_U \cdot l_x^2 \\
 q &= \frac{1}{2} \cdot W_U \cdot l_x
 \end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= (\frac{1}{8} \cdot W_U \cdot l_x^2) \cdot \frac{1}{2} \cdot l_x - (\frac{1}{2} \cdot W_U \cdot l_x - l_x^2/24) \\
 &= \frac{1}{16} \cdot W_U \cdot l_x^3 - \frac{1}{48} \cdot W_U \cdot l_x^3
 \end{aligned}$$

$$\boxed{M_{\max} = \frac{1}{24} \cdot W_U \cdot l_x^3}$$

Beban segitiga tersebut diekuivalensikan menjadi beban persegi sehingga

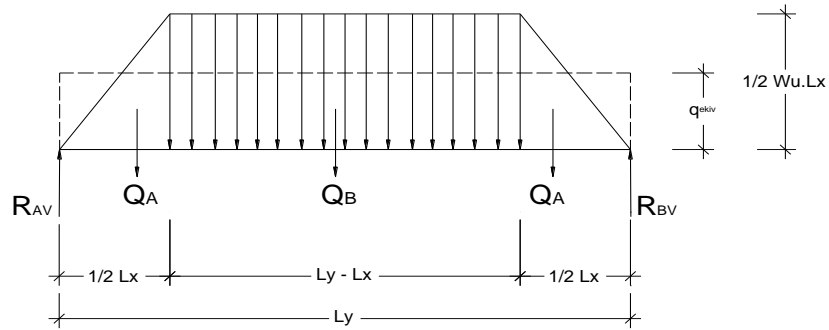
$$\boxed{M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot q_{eq} \cdot l_x^2}$$

M_{\max} segitiga = M_{\max} persegi

$$\frac{1}{24} \cdot W_U \cdot l_x^3 = \frac{1}{8} \cdot q_{eq} \cdot l_x^2$$

$$\boxed{q_{ekuivalen} = \frac{1}{3} \cdot W_U \cdot l_x}$$

b) Pembebanan Trapesium



Dimana:

$$R_{AV} = R_{BV}$$

$$= q \cdot (l - a) / 2$$

$$q = \frac{1}{2} \cdot W_U \cdot l_x$$

$$l = l_y$$

$$a = \frac{1}{2} \cdot L_x$$

maka :

$$R_A = R_B = \frac{\frac{1}{2} \cdot W_U \cdot l_x \cdot (l_y - \frac{1}{2} l_x)}{2}$$

$$= \frac{1}{8} \cdot W_U \cdot l_x \cdot (2l_y - l_x)$$

$$M_{\max} = \frac{a}{24} \cdot W_U \cdot (3 \cdot l_y^2 - 4 a^2)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot W_U \cdot l_x \cdot (3 \cdot l_y^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot l_x^2) / 24$$

$$= \frac{1}{48} \cdot W_U \cdot l_x \cdot (3 \cdot l_y^2 - l_x^2)$$

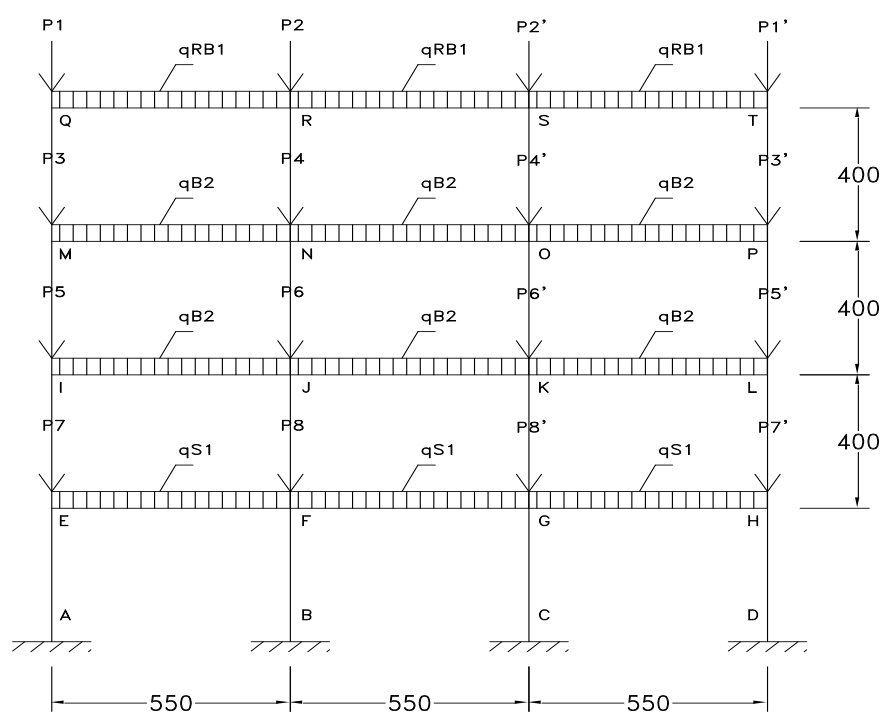
$$M_{\max \text{ persegi}} = M_{\max \text{ Trapesium}}$$

$$\frac{1}{8} \cdot Q_{ek} \cdot l_y^2 = \frac{1}{48} \cdot W_U \cdot l_x \cdot (3 \cdot l_y^2 - l_x^2)$$

$$q_{ek} = \frac{1}{6} \cdot W_u \cdot l_x \cdot (3 - (l_x / l_y)^2)$$

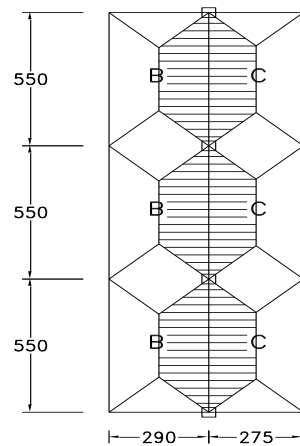
VI.4.2 Pembebanan Pada Portal Melintang

A. Beban-Beban Yang Bekerja Pada Portal As – 2 Arah Melintang



Gambar 6.2 Gambar Portal As – 2

Arah Melintang



Gambar 6.3 Gambar Pembebanan Metode Amplop

Portal As – 2 Arah Melintang

1. Beban Terbagi Merata Ring Balok I (qRB1)

- Dimensi rencana = 25/40

Berat sendiri balok = $0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$

Total Beban merata (qRB1) = $2,40 \text{ kN/m}$

2. Beban Terbagi Balok Induk II (qB2)

- Dimensi rencana = 30/50

Berat sendiri balok = $0,30 \times 0,50 \times 24 = 3,60 \text{ kN/m}$

- Beban terbagi Plat B + Plat C (trapesium)

$W_u = 8,752 \text{ kN/m}$

$$q_{\text{ekuivalen}} = \frac{1}{6} \cdot W_u \cdot l_x \cdot (3 - (l_x / l_y)^2)$$

$$= 3 \cdot \left(\frac{1}{6} \cdot 8,752 \cdot 2,90 \cdot (3 - (2,90 / 5,50)^2) \right) +$$

$$3 \cdot \left(\frac{1}{6} \cdot 8,752 \cdot 2,75 \cdot (3 - (2,75 / 5,50)^2) \right)$$

$$= 67,61 \text{ kN/m}$$

- Beban dinding batu bata $= 2,50 \times 4,0 = 10,0 \text{ kN/m}$
- Total beban merata $= 3,60 + 67,61 + 10,0$
 $= 81,21 \text{ kN/m}$

3. Beban Terbagi Merata Sloof I (qS1)

- Dimensi rencana $= 25/40$

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total beban merata (qS1)} = 2,40 \text{ kN/m}$$

B. Beban Terpusat Yang Bekerja Pada Portal Melintang

1. Beban P1 = P1'

Beban yang bekerja pada P1

- Beban Atap $= 19,678 \text{ kN}$
- Berat sendiri ring balok II $= 0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned} V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) \\ &= 2 \cdot \left(\frac{2,4 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) \\ &= 40,32 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P1} = 19,678 + 40,32 = 59,998 \text{ kN}$$

2. Beban P2 = P2'

Beban yang bekerja pada P2

- Beban Atap $= 19,678 \text{ kN}$
- Berat sendiri ring balok II $= 0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4.5,8}{2} \right) + \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right) \\
 &= 53,52 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P2} = 19,678 + 53,52 = 73,198 \text{ kN}$$

3. Beban P3 = P3'

Beban yang bekerja pada P3

- Beban P1 = 59,998 kN
- Beban sendiri kolom I = $0,40 \times 0,40 \times 4 \times 24 = 15,36 \text{ kN}$
- Berat sendiri balok induk II = $0,30 \times 0,50 \times 24 = 3,60 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) \\
 &= 2 \left(\frac{3,6.5,8}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right) \\
 &= 60,48 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0 = 10 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) \\
 &= 2 \left(\frac{10,0.5,8}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) \\
 &= 168 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P3} = 59,998 + 15,36 + 60,48 + 168 = 303,838 \text{ kN}$$

4. Beban P4 = P4'

Beban yang bekerja pada P4

- Beban P2 = 73,198 kN
- Beban sendiri kolom II $= 0,40 \times 0,60 \times 4 \times 24$ = 23,04 kN
- Berat sendiri balok induk II $= 0,30 \times 0,50 \times 24$ = 3,60 kN/m

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \left(\frac{3,6 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) \\
 &= 80,28 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Beban dinding batu bata $= 2,50 \times 4,0$ = 10 kN/m

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) \\
 &= 2 \left(\frac{10,0 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 5,5}{2} \right) \\
 &= 223 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P4} = 73,198 + 23,04 + 80,28 + 223 = 399,518 \text{ kN}$$

5. Beban P5 = P5'

Beban yang bekerja pada P5

- Beban P3 = 303,838 kN
- Beban sendiri kolom I $= 0,40 \times 0,40 \times 4 \times 24$ = 15,36 kN
- Beban sendiri balok induk II $= 0,30 \times 0,50 \times 24$ = 3,60 kN/m

$$V = 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{3,6.5,8}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right)$$

$$= 60,48 \text{ kN}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0$ = 10 kN/m

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{10,0.5,8}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right)$$

$$= 168 \text{ kN}$$

Total beban P5 = $303,838 + 15,36 + 60,48 + 168$ = 547,678 kN

6. Beban P6 = P6'

Beban yang bekerja pada P6

- Beban P4 = 399,518 kN

- Beban sendiri kolom I = $0,40 \times 0,60 \times 4 \times 24$ = 23,04 kN

- Beban sendiri balok induk II = $0,30 \times 0,50 \times 24$ = 3,60 kN/m

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{3,6.5,8}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right)$$

$$= 80,28 \text{ kN}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0$ = 10 kN/m

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{10,0.5,8}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right)$$

$$= 223 \text{ kN}$$

$$\text{Total beban P6} = 399,518 + 23,04 + 80,28 + 223 = 725,838 \text{ kN}$$

7. Beban P7 = P7'

Beban yang bekerja pada P7

- Beban P5 = 547,678 kN

- Beban sendiri kolom I = $0,40 \times 0,40 \times 4 \times 24 = 15,36 \text{ kN}$

- Beban sendiri sloof I = $0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{2,4 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right)$$

$$= 40,32 \text{ kN}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0 = 10 \text{ kN/m}$

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot 0,5,8}{2} \right) + \left(\frac{10 \cdot 0,5,5}{2} \right) + \left(\frac{10 \cdot 0,5,5}{2} \right)$$

$$= 168 \text{ kN}$$

$$\text{Total beban P7} = 547,678 + 15,36 + 40,32 + 168 = 771,358 \text{ kN}$$

8. Beban P8 = P8'

Beban yang bekerja pada P8

- Beban P6 = 725,838 kN

- Beban sendiri kolom I = $0,40 \times 0,60 \times 4 \times 24 = 23,04 \text{ kN}$

- Beban sendiri sloof I = $0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \cdot \left(\frac{2,4.5,8}{2} \right) + \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right) \\
 &= 53,52 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0$ = 10 kN/m

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \cdot \left(\frac{10,0.5,8}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) \\
 &= 223 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P8} = 725,838 + 23,04 + 53,52 + 223 = 1025,398 \text{ Kn}$$

VI.4.3 Perhitungan Cross Pada Portal Melintang

A. Momen Inersia

- Ring Balok 1 (25/40)

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \\
 &= \frac{1}{12} \cdot 0,25 \cdot (0,40)^3 = 13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

- Balok Induk 2 (30/50)

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \\
 &= \frac{1}{12} \cdot 0,30 \cdot (0,50)^3 = 31 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

- Kolom 1 (40/60)

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 0,40 \cdot (0,60)^3 = 72 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

B. Modulus Elastisitas Beton (E_c)

Menurut SKSNI T15-1991-03 Pasal 3.3.1-5 :

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f_c}$$

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{25} = 23.500 \text{ Mpa} = 2,35 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2 = 2,35 \cdot 10^9 \text{ kg/m}^2$$

$$E_c = 2,35 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$$

- Ring Balok 1

$$\frac{EI}{L} = \frac{235 \cdot 10^5 \cdot 13 \cdot 10^{-4}}{5,5} = 5554,55 \text{ kNm}$$

- Balok Induk 2

$$\frac{EI}{L} = \frac{235 \cdot 10^5 \cdot 31 \cdot 10^{-4}}{5,5} = 13245,45 \text{ kNm}$$

- Kolom 1

$$\frac{EI}{L} = \frac{235 \cdot 10^5 \cdot 72 \cdot 10^{-4}}{4} = 42300,00 \text{ kNm}$$

C. Faktor Distribusi (DF) As B

\Rightarrow Titik Q = T

$$\begin{aligned}
 \text{DF (QR)} &= \frac{\frac{EI}{L} (QR)}{\frac{EI}{L}(QR) + \frac{EI}{L}(QM)} \\
 &= \frac{5554,55}{5554,55 + 42300,00} = 0,12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (QM)} &= \frac{\frac{EI}{L} (QM)}{\frac{EI}{L}(QR) + \frac{EI}{L}(QM)} \\
 &= \frac{42300,00}{5554,55 + 42300,00} = 0,88
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kontrol} \rightarrow \text{DF (QR)} + \text{DF (QM)} &= 1 \\
 0,12 + 0,88 &= 1 \quad \text{..... (OK)}
 \end{aligned}$$

⇒ Titik R = S

$$\begin{aligned}
 \text{DF (RQ)} &= \frac{\frac{EI}{L} (RQ)}{\frac{EI}{L}(RQ) + \frac{EI}{L}(RS) + \frac{EI}{L}(RN)} \\
 &= \frac{5554,55}{5554,55 + 5554,55 + 42300,00} = 0,10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (RS)} &= \frac{\frac{EI}{L} (RS)}{\frac{EI}{L}(RQ) + \frac{EI}{L}(RS) + \frac{EI}{L}(RN)} \\
 &= \frac{5554,55}{5554,55 + 5554,55 + 42300,00} = 0,10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (RN)} &= \frac{\frac{EI}{L} (RN)}{\frac{EI}{L}(RQ) + \frac{EI}{L}(RS) + \frac{EI}{L}(RN)} \\
 &= \frac{42300,00}{5554,55 + 5554,55 + 42300,00} = 0,80
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kontrol} \rightarrow \text{DF (RQ)} + \text{DF (RS)} + \text{DF (RN)} &= 1 \\
 0,10 + 0,10 + 0,80 &= 1 \quad \text{..... (OK)}
 \end{aligned}$$

\Rightarrow Titik M = P = I = L

$$\begin{aligned}
 \text{DF (MQ)} &= \frac{\frac{EI}{L} (MQ)}{\frac{EI}{L}(MQ) + \frac{EI}{L}(MN) + \frac{EI}{L}(MI)} \\
 &= \frac{42300,00}{42300,00 + 13245,45 + 42300,00} = 0,43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (MN)} &= \frac{\frac{EI}{L} (MN)}{\frac{EI}{L}(MQ) + \frac{EI}{L}(MN) + \frac{EI}{L}(MI)} \\
 &= \frac{13245,45}{42300,00 + 13245,45 + 42300,00} = 0,14
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (MI)} &= \frac{\frac{EI}{L} (MI)}{\frac{EI}{L}(MQ) + \frac{EI}{L}(MN) + \frac{EI}{L}(MI)} \\
 &= \frac{42300,00}{42300,00 + 13245,45 + 42300,00} = 0,43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kontrol} \rightarrow \text{DF (MQ)} + \text{DF (MN)} + \text{DF (MI)} &= 1 \\
 0,43 + 0,14 + 0,43 &= 1 \quad \text{..... (OK)}
 \end{aligned}$$

⇒ Titik N = O = J = K

$$\begin{aligned} \text{DF (NM)} &= \frac{\frac{EI}{L} (NM)}{\frac{EI}{L}(NM) + \frac{EI}{L}(NR) + \frac{EI}{L}(NO) + \frac{EI}{L}(NJ)} \\ &= \frac{13245,45}{13245,45 + 42300,00 + 13245,45 + 42300,00} = 0,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DF (NR)} &= \frac{\frac{EI}{L} (NR)}{\frac{EI}{L}(NM) + \frac{EI}{L}(NR) + \frac{EI}{L}(NO) + \frac{EI}{L}(NJ)} \\ &= \frac{42300,00}{13245,45 + 42300,00 + 13245,45 + 42300,00} = 0,38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DF (NO)} &= \frac{\frac{EI}{L} (NO)}{\frac{EI}{L}(NM) + \frac{EI}{L}(NR) + \frac{EI}{L}(NO) + \frac{EI}{L}(NJ)} \\ &= \frac{13245,45}{13245,45 + 42300,00 + 13245,45 + 42300,00} = 0,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DF (NJ)} &= \frac{\frac{EI}{L} (NJ)}{\frac{EI}{L}(NM) + \frac{EI}{L}(NR) + \frac{EI}{L}(NO) + \frac{EI}{L}(NJ)} \\ &= \frac{42300,00}{13245,45 + 42300,00 + 13245,45 + 42300,00} = 0,38 \end{aligned}$$

Kontrol ➔ $\text{DF (NM)} + \text{DF (NR)} + \text{DF (NO)} + \text{DF (NJ)} = 1$

$$0,12 + 0,38 + 0,12 + 0,38 = 1 \quad (\text{OK})$$

..... **CROSS TERLAMPIR**

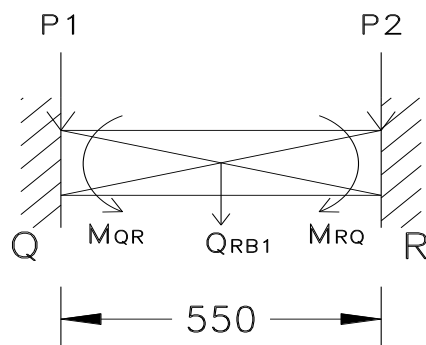
VI.4.4 Perhitungan Free Body Portal Melintang

M (kNm)		M (kNm)		M (kNm)		M (kNm)	
QM	0,372	MQ	79,910	OP	-194,586	JK	-184,163
QR	-0,372	MI	79,910	PO	158,380	KJ	184,163
RQ	4,244	MN	-158,380	PL	-79,910	KO	5,211
RN	-1,147	NM	194,586	PT	-79,910	KG	5,211
RS	-3,097	NR	-5,211	IM	79,910	KL	-194,586
SR	3,097	NJ	-5,211	IE	79,910	LK	158,380
SO	1,147	NO	-184,163	IJ	-158,380	LH	-79,910
ST	-4,244	ON	184,163	JI	194,586	LP	-79,910
TS	0,372	OK	5,211	JN	-5,211		
TP	-0,372	OS	5,211	JF	-5,211		

Tabel 6.1 Hasil Perhitungan Cross Portal Melintang

A. Reaksi Perletakan

⇒ **Free Body QR**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{QR} = -0,372 \text{ kNm}$$

$$M_{RQ} = 4,244 \text{ kNm}$$

$$P1 = 59,998 \text{ kN}$$

$$P2 = 73,198 \text{ kN}$$

$$Q_{RB} = q_{RB1} \cdot L = 2,40 \cdot 5,5 = 13,2 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_R = 0$$

$$R_{QV} \cdot L - Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{QR} + M_{RQ} - P1 \cdot L = 0$$

$$R_{QV} \cdot 5,5 - 13,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 0,372 + 4,244 - 59,998 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{QV} \cdot 5,5 - 362,417 = 0$$

$$R_{QV} = \frac{362,417}{5,5}$$

$$R_{QV} = 65,894 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_Q = 0$$

$$- R_{RV} \cdot L + Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{QR} + M_{RQ} + P2 \cdot L = 0$$

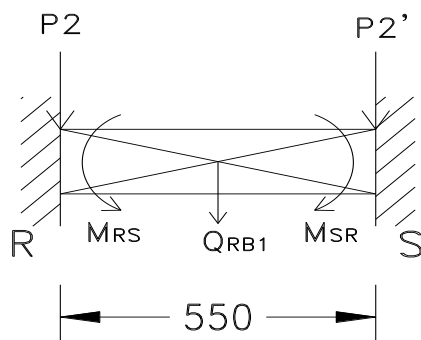
$$- R_{RV} \cdot 5,5 + 13,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 0,372 + 4,244 + 73,198 \cdot 5,5 = 0$$

$$- R_{RV} \cdot 5,5 + 442,761 = 0$$

$$R_{RV} = \frac{442,761}{5,5}$$

$$R_{RV} = 80,502 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body RS**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{RS} = -3,097 \text{ kNm}$$

$$M_{SR} = 3,097 \text{ kNm}$$

$$P2 = 73,198 \text{ kN}$$

$$P2' = 73,198 \text{ kN}$$

$$Q_{RB} = q_{RB1} \cdot L = 2,40 \cdot 5,5 = 13,2 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_S = 0$$

$$R_{RV}.L - Q_{RB}.\frac{1}{2}.L + M_{RS} + M_{SR} - P2.L = 0$$

$$R_{RV}.5,5 - 13,2.\frac{1}{2}.5,5 - 3,097 + 3,097 - 73,198. 5,5 = 0$$

$$R_{RV}.5,5 - 438,889 = 0$$

$$R_{RV} = \frac{438,889}{5,5}$$

$$R_{RV} = 79,798 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_R = 0$$

$$- R_{SV}.L + Q_{RB}.\frac{1}{2}.L + M_{RS} + M_{SR} + P2'.L = 0$$

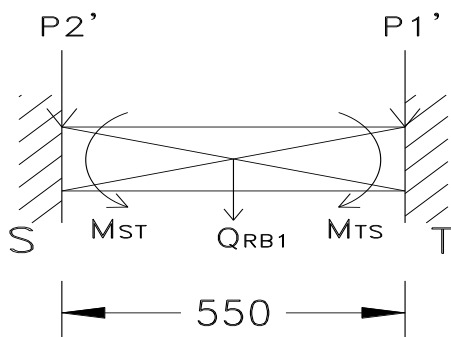
$$- R_{SV}.5,5 + 13,2.\frac{1}{2}.5,5 - 3,097 + 3,097 + 73,198. 5,5 = 0$$

$$- R_{SV}.5,5 + 438,889 = 0$$

$$R_{SV} = \frac{438,889}{5,5}$$

$$R_{SV} = 79,798 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body ST**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{ST} = -4,244 \text{ kNm}$$

$$M_{TS} = 0,372 \text{ kNm}$$

$$P2' = 73,198 \text{ kN}$$

$$P1' = 59,998 \text{ kN}$$

$$Q_{RB} = q_{RB1} . L = 2,40 . 5,5 = 13,2 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_T = 0$$

$$R_{SV}.L - Q_{RB}.\frac{1}{2}.L + M_{ST} + M_{TS} - P2'.L = 0$$

$$R_{SV}.5,5 - 13,2.\frac{1}{2}.5,5 - 4,244 + 0,372 - 73,198. 5,5 = 0$$

$$R_{SV}.5,5 - 442,761 = 0$$

$$R_{SV} = \frac{442,761}{5,5}$$

$$R_{SV} = 80,502 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_S = 0$$

$$- R_{TV}.L + Q_{RB}.\frac{1}{2}.L + M_{ST} + M_{TS} + P1'.L = 0$$

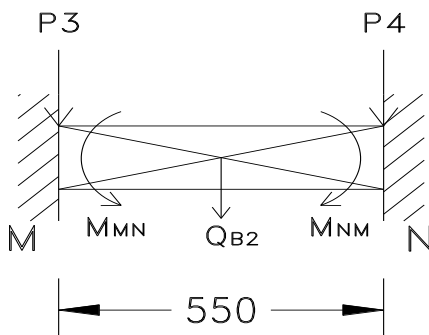
$$- R_{TV}.5,5 + 13,2.\frac{1}{2}.5,5 - 4,244 + 0,372 + 59,998. 5,5 = 0$$

$$- R_{TV}.5,5 + 362,417 = 0$$

$$R_{TV} = \frac{362,417}{5,5}$$

$$R_{TV} = 65,894 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body MN**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{MN} = -158,380 \text{ kNm}$$

$$M_{NM} = 194,586 \text{ kNm}$$

$$P3 = 303,838 \text{ kN}$$

$$P4 = 399,518 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2}. L = 145,46 \cdot 5,50 = 800,03 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_N = 0$$

$$R_{MV} \cdot L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{MN} + M_{NM} - P3 \cdot L = 0$$

$$R_{MV} \cdot 5,5 - 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 158,380 + 194,586 - 303,838 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{MV} \cdot 5,5 - 3834,985 = 0$$

$$R_{MV} = \frac{3834,985}{5,5}$$

$$R_{MV} = 697,270 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_M = 0$$

$$- R_{NV} \cdot L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{MN} + M_{NM} + P4 \cdot L = 0$$

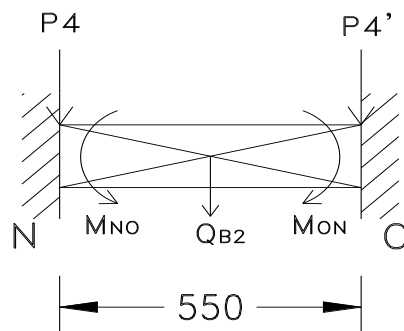
$$- R_{NV} \cdot 5,5 + 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 158,380 + 194,586 + 399,518 \cdot 5,5 = 0$$

$$- R_{NV} \cdot 5,5 + 4433,638 = 0$$

$$R_{NV} = \frac{4433,638}{5,5}$$

$$R_{NV} = 806,116 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body NO**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{NO} = -184,163 \text{ kNm}$$

$$M_{ON} = 184,163 \text{ kNm}$$

$$P4 = 399,518 \text{ kN}$$

$$P4' = 399,518 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,5 = 800,03 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_O = 0$$

$$R_{NV}.L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2}.L + M_{NO} + M_{ON} - P4.L = 0$$

$$R_{NV}.5,5 - 800,03 \cdot \frac{1}{2}.5,5 - 184,163 + 184,163 - 399,518 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{NV}.5,5 - 4397,431 = 0$$

$$R_{NV} = \frac{4397,431}{5,5}$$

$$R_{NV} = 799,533 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_N = 0$$

$$-R_{OV}.L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2}.L + M_{NO} + M_{ON} + P4'.L = 0$$

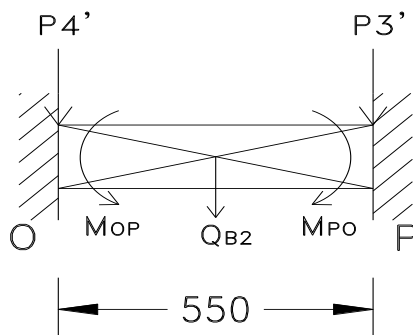
$$-R_{OV}.5,5 + 800,03 \cdot \frac{1}{2}.5,5 - 184,163 + 184,163 + 399,518 \cdot 5,5 = 0$$

$$-R_{OV}.5,5 + 4397,431 = 0$$

$$R_{OV} = \frac{4397,431}{5,5}$$

$$R_{OV} = 799,533 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body OP**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{OP} = -194,586 \text{ kNm}$$

$$M_{PO} = 158,380 \text{ kNm}$$

$$P4' = 399,518 \text{ kN}$$

$$P3' = 303,838 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,50 = 800,03 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_P = 0$$

$$R_{OV}.L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2}.L + M_{OP} + M_{PO} - P_4'.L = 0$$

$$R_{OV}.5,5 - 800,03 \cdot \frac{1}{2}.5,5 - 194,586 + 158,380 - 399,518 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{OV}.5,5 - 4433,638 = 0$$

$$R_{OV} = \frac{4433,638}{5,5}$$

$$R_{OV} = 806,116 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_O = 0$$

$$-R_{PV}.L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2}.L + M_{OP} + M_{PO} + P_3'.L = 0$$

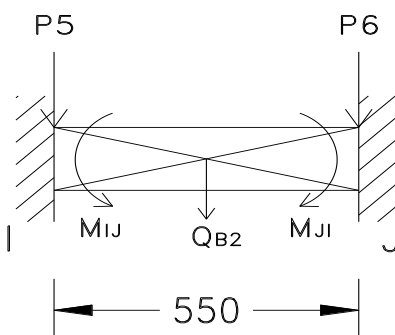
$$-R_{PV}.5,5 + 800,03 \cdot \frac{1}{2}.5,5 - 194,586 + 158,380 + 303,838 \cdot 5,5 = 0$$

$$-R_{PV}.5,5 + 3834,985 = 0$$

$$R_{PV} = \frac{3834,985}{5,5}$$

$$R_{PV} = 697,270 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body IJ**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{IJ} = -158,380 \text{ kNm}$$

$$M_{JI} = 194,586 \text{ kNm}$$

$$P_5 = 547,678 \text{ kN}$$

$$P_6 = 725,838 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,50 = 800,03 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_J = 0$$

$$R_{IV}.L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2}.L + M_{IJ} + M_{JI} - P5.L = 0$$

$$R_{IV}.5,5 - 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 158,380 + 194,586 - 547,678 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{IV}.5,5 - 5176,105 = 0$$

$$R_{IV} = \frac{5176,105}{5,5}$$

$$R_{IV} = 941,110 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_I = 0$$

$$-R_{JV}.L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2}.L + M_{IJ} + M_{JI} + P6.L = 0$$

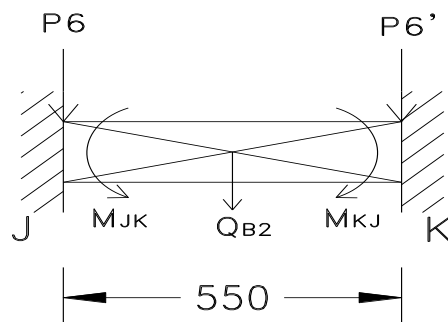
$$-R_{JV}.5,5 + 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 158,380 + 194,586 + 725,838 \cdot 5,5 = 0$$

$$-R_{JV}.5,5 + 6228,398 = 0$$

$$R_{JV} = \frac{6228,398}{5,5}$$

$$R_{JV} = 1132,436 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body JK**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{JK} = -184,163 \text{ kNm}$$

$$M_{KJ} = 184,163 \text{ kNm}$$

$$P6 = 725,838 \text{ kN}$$

$$P6' = 725,838 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,5 = 800,03 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_K = 0$$

$$R_{JV} \cdot L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{JK} + M_{KJ} - P6 \cdot L = 0$$

$$R_{JV} \cdot 5,5 - 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 184,163 + 184,163 - 725,838 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{JV} \cdot 5,5 - 6192,191 = 0$$

$$R_{JV} = \frac{6192,191}{5,5}$$

$$R_{JV} = 1125,853 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_N = 0$$

$$-R_{KV} \cdot L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{JK} + M_{KJ} + P6' \cdot L = 0$$

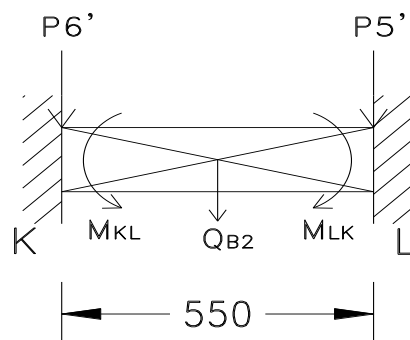
$$-R_{KV} \cdot 5,5 + 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 184,163 + 184,163 + 725,838 \cdot 5,5 = 0$$

$$-R_{KV} \cdot 5,5 + 6192,191 = 0$$

$$R_{KV} = \frac{6192,191}{5,5}$$

$$R_{KV} = 1125,853 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body KL**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{KL} = -194,586 \text{ kNm}$$

$$M_{LK} = 158,380 \text{ kNm}$$

$$P6' = 725,838 \text{ kN}$$

$$P5' = 547,678 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,50 = 800,03 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_K = 0$$

$$R_{KV} \cdot L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{KL} + M_{LK} - P6' \cdot L = 0$$

$$R_{KV} \cdot 5,5 - 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 194,586 + 158,380 - 725,838 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{KV} \cdot 5,5 - 6228,398 = 0$$

$$R_{KV} = \frac{6228,398}{5,5}$$

$$R_{KV} = 1132,436 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_K = 0$$

$$- R_{LV} \cdot L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{KL} + M_{LK} + P5' \cdot L = 0$$

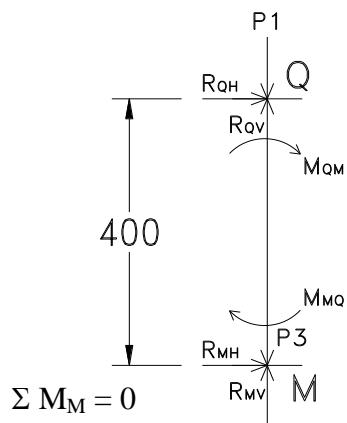
$$- R_{LV} \cdot 5,5 + 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 194,586 + 158,380 + 547,678 \cdot 5,5 = 0$$

$$- R_{LV} \cdot 5,5 + 5176,105 = 0$$

$$R_{LV} = \frac{5176,105}{5,5}$$

$$R_{LV} = 941,110 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body QM**



$$M_{QM} = 0,372 \text{ kNm}$$

$$M_{MQ} = 79,190 \text{ kNm}$$

$$R_{QH} \cdot L + M_{QM} + M_{MQ} = 0$$

$$R_{QH} \cdot 4,0 + 0,372 + 79,190 = 0$$

$$R_{QH} \cdot 4,0 + 79,562 = 0$$

$$R_{QH} = -\frac{79,562}{4,0}$$

$$R_{QH} = -19,891 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_Q = 0$$

$$-R_{MHI} \cdot L + M_{QM} + M_{MQ} = 0$$

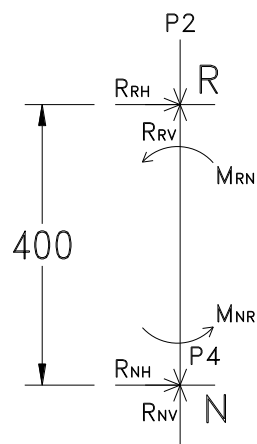
$$-R_{MHI} \cdot 4,0 + 0,372 + 79,190 = 0$$

$$-R_{MHI} \cdot 4,0 + 79,56 = 0$$

$$R_{MHI} = \frac{79,562}{4,0}$$

$$R_{MHI} = 19,891 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body RN**



$$M_{RN} = -1,147 \text{ kNm}$$

$$M_{NR} = -5,211 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_N = 0$$

$$R_{RH} \cdot L + M_{RN} + M_{NR} = 0$$

$$R_{RH}.4,0 - 1,147 - 5,211 = 0$$

$$R_{RH}.4,0 - 6,358 = 0$$

$$R_{RH} = \frac{6,358}{4,0}$$

$$R_{RH} = 1,590 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_R = 0$$

$$-R_{NH1}.L + M_{RN} + M_{NR} = 0$$

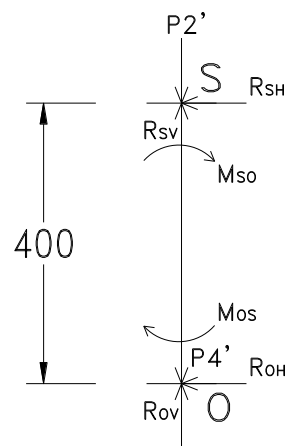
$$-R_{NH1}.4,0 - 1,147 - 5,211 = 0$$

$$-R_{NH1}.4,0 - 6,358 = 0$$

$$R_{NH1} = -\frac{6,358}{4,0}$$

$$R_{NH1} = -1,590 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body SO**



$$M_{SO} = 1,147 \text{ kNm}$$

$$M_{OS} = 5,211 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_O = 0$$

$$-R_{SH}.L + M_{SO} + M_{OS} = 0$$

$$-R_{SH}.4,0 + 1,147 + 5,211 = 0$$

$$-R_{SH} \cdot 4,0 + 6,358 = 0$$

$$R_{SH} = \frac{6,358}{4,0}$$

$$R_{SH} = 1,590 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_S = 0$$

$$R_{OH1} \cdot L + M_{SO} + M_{OS} = 0$$

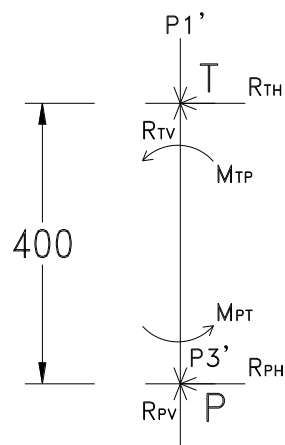
$$R_{OH1} \cdot 4,0 + 1,147 + 5,211 = 0$$

$$R_{OH1} \cdot 4,0 + 6,358 = 0$$

$$R_{OH1} = -\frac{6,358}{4,0}$$

$$R_{OH1} = -1,590 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body TP**



$$M_{QM} = -0,372 \text{ kNm}$$

$$M_{MQ} = -79,190 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_P = 0$$

$$-R_{TH} \cdot L + M_{TP} + M_{PT} = 0$$

$$-R_{TH} \cdot 4,0 - 0,372 - 79,190 = 0$$

$$-R_{TH} \cdot 4,0 - 79,562 = 0$$

$$R_{TH} = -\frac{79,562}{4,0}$$

$$R_{TH} = -19,891 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_T = 0$$

$$R_{PH1}.L + M_{TP} + M_{PT} = 0$$

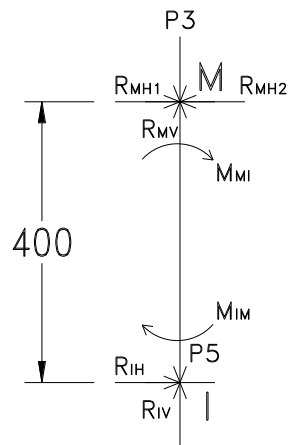
$$R_{PH1}.4,0 - 0,372 - 79,190 = 0$$

$$R_{PH1}.4,0 - 79,56 = 0$$

$$R_{PH1} = \frac{79,562}{4,0}$$

$$R_{PH1} = 19,891 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body MI = IE**



$$M_{MI} = 79,190 \text{ kNm}$$

$$M_{IM} = 79,190 \text{ kNm}$$

$$R_{MH1} = 19,891 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_I = 0$$

$$R_{MH1}.L - R_{MH2}.L + M_{MI} + M_{IM} = 0$$

$$19,891.4,0 - R_{MH2}.4,0 + 79,190 + 79,190 = 0$$

$$-R_{MH2}.4,0 + 237,944 = 0$$

$$R_{MH2} = \frac{237,944}{4,0}$$

$$R_{MH2} = 59,486 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_M = 0$$

$$-R_{IH}.L + M_{MI} + M_{IM} = 0$$

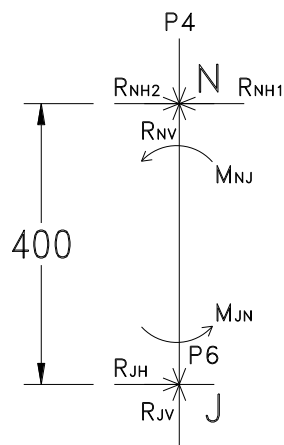
$$-R_{IH}.4,0 + 79,190 + 79,190 = 0$$

$$-R_{IH}.4,0 + 158,380 = 0$$

$$R_{IH} = \frac{158,380}{4,0}$$

$$R_{IH} = 39,595 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body NJ = JF**



$$M_{NJ} = -5,211 \text{ kNm}$$

$$M_{JN} = -5,211 \text{ kNm}$$

$$R_{NH1} = -1,590 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_J = 0$$

$$-R_{NH1}.L + R_{NH2}.L + M_{NJ} + M_{JN} = 0$$

$$(-1,590).4,0 + R_{NH2}.4,0 - 5,211 - 5,211 = 0$$

$$R_{NH2}.4,0 - 16,782 = 0$$

$$R_{NH2} = \frac{16,782}{4,0}$$

$$R_{NH2} = 4,195 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_N = 0$$

$$-R_{JH} \cdot L + M_{NJ} + M_{JN} = 0$$

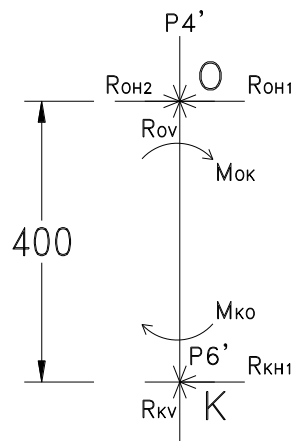
$$-R_{JH} \cdot 4,0 - 5,211 - 5,211 = 0$$

$$-R_{JH} \cdot 4,0 - 10,422 = 0$$

$$R_{JH} = -\frac{10,422}{4,0}$$

$$R_{JH} = -2,605 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body OK = KG**



$$M_{OK} = 5,211 \text{ kNm}$$

$$M_{KO} = 5,211 \text{ kNm}$$

$$R_{OH1} = -1,590 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_K = 0$$

$$R_{OH1} \cdot L + R_{OH2} \cdot L + M_{OK} + M_{KO} = 0$$

$$1,590 \cdot 4,0 + R_{OH2} \cdot 4,0 + 5,211 + 5,211 = 0$$

$$R_{OH2} \cdot 4,0 + 16,782 = 0$$

$$R_{OH2} = -\frac{16,782}{4,0}$$

$$R_{OH2} = -4,195 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_O = 0$$

$$R_{KH} \cdot L + M_{OK} + M_{KO} = 0$$

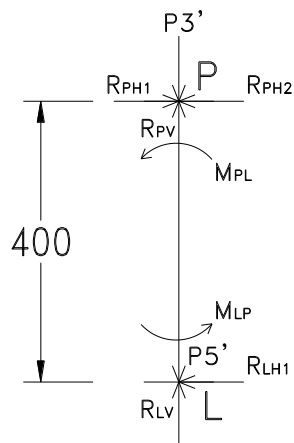
$$R_{KH} \cdot 4,0 + 5,211 + 5,211 = 0$$

$$R_{KH} \cdot 4,0 + 10,422 = 0$$

$$R_{KH} = -\frac{10,422}{4,0}$$

$$R_{KH} = -2,605 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body PL = LH**



$$M_{PL} = -79,190 \text{ kNm}$$

$$M_{LP} = -79,190 \text{ kNm}$$

$$R_{PH1} = -19,891 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_L = 0$$

$$R_{PH1} \cdot L - R_{PH2} \cdot L + M_{PL} + M_{LP} = 0$$

$$-19,891 \cdot 4,0 - R_{PH2} \cdot 4,0 - 79,190 - 79,190 = 0$$

$$-R_{PH2} \cdot 4,0 - 237,944 = 0$$

$$R_{PH2} = -\frac{237,944}{4,0}$$

$$R_{PH2} = -59,486 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_P = 0$$

$$R_{LH} \cdot L + M_{PL} + M_{LP} = 0$$

$$R_{LH} \cdot 4,0 - 79,190 - 79,190 = 0$$

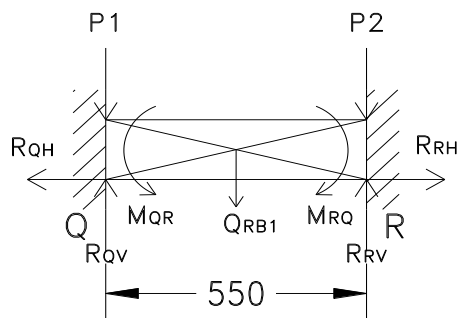
$$R_{LH} \cdot 4,0 - 158,380 = 0$$

$$R_{LH} = \frac{158,380}{4,0}$$

$$R_{LH} = 39,595 \text{ kN}$$

B. Bidang Momen (M), Gaya Lintang (D), dan Gaya Normal (N)

⇒ **Batang QR**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{QR} = -0,372 \text{ kNm}$$

$$M_{RQ} = 4,244 \text{ kNm}$$

$$P1 = 59,998 \text{ kN}$$

$$P2 = 73,198 \text{ kN}$$

$$R_{QH} = -19,891 \text{ kN}$$

$$R_{QV} = 65,894 \text{ kN}$$

$$R_{RH} = 1,590 \text{ kN}$$

$$R_{RV} = 79,798 \text{ kN}$$

$$M_{maks} = R_{QV} \cdot x - P1 \cdot x - \frac{1}{2} q_{RB1} \cdot x^2 - M_{QR}$$

$$= 65,894 \cdot x - 59,998 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 2,40 \cdot x^2 - (-0,372)$$

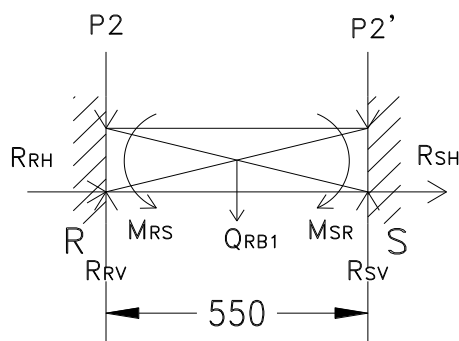
$$= -1,2 \cdot x^2 + 5,896 \cdot x + 0,372$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$\begin{aligned}
 D_x &= R_{QV} - P1 - q_{RB1} \cdot x \\
 &= 65,894 - 59,998 - 2,4 \cdot x \\
 2,4 \cdot x &= 5,896 \\
 x &= 2,457 \text{ m} \\
 M_{maks} &= -1,2 \cdot x^2 + 5,896 \cdot x + 0,372 \\
 &= -1,2 \cdot (2,457)^2 + 5,896 \cdot (2,457) + 0,372 \\
 &= 7,614 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_x &= R_{QV} - P1 - q_{RB1} \cdot x \\
 D_x &= 65,894 - 59,998 - 2,4 \cdot x \quad (0 \leq x \leq 5,5) \\
 x = 0 &\rightarrow D_x = 5,896 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{tump}) \\
 x = 5,5 &\rightarrow D_x = -7,304 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{lap}) \\
 N_{QR} = R_{QH} &= -19,891 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

⇒ **Batang RS**



$$\begin{aligned}
 q_{RB1} &= 2,40 \text{ kN/m} \\
 M_{RS} &= -3,097 \text{ kNm} \\
 M_{SR} &= 3,097 \text{ kNm} \\
 P2 &= 73,198 \text{ kN} \\
 P2' &= 73,198 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{RH} &= 1,590 \text{ kN} & R_{RV} &= 79,798 \text{ kN} \\
 R_{SH} &= 1,590 \text{ kN} & R_{SV} &= 79,798 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$M_{maks} = R_{RV} \cdot x - P2 \cdot x - \frac{1}{2} q_{RB1} \cdot x^2 - M_{RS}$$

$$= 79,798.x - 73,198.x - \frac{1}{2} \cdot 2,40 \cdot x^2 - (-3,097)$$

$$= -1,2.x^2 + 6,60.x + 3,097$$

Momen maksimum ketika $D_x = 0$,

$$D_x = R_{RV} - P_2 - q_{RB1} \cdot x$$

$$= 79,798 - 73,198 - 2,4.x$$

$$2,4.x = 6,60$$

$$x = 2,75 \text{ m}$$

$$M_{maks} = -1,2.x^2 + 6,60.x + 3,097$$

$$= -1,2 \cdot (2,75)^2 + 6,60 \cdot (2,75) + 3,097$$

$$= 12,172 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap})$$

$$D_x = R_{RV} - P_2 - q_{RB1}$$

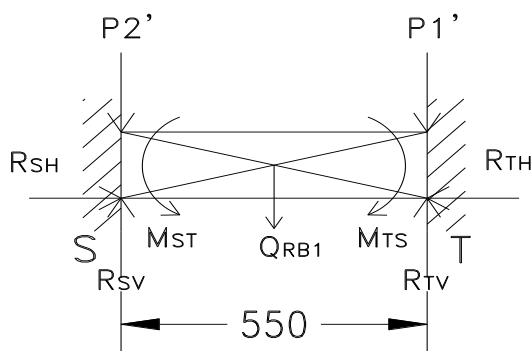
$$D_x = 79,798 - 73,198 - 2,4.x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 6,60 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{tump})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = -6,60 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{lap})$$

$$N_{RS} = R_{RH} = 1,590 \text{ kN}$$

⇒ **Batang ST**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{ST} = -4,244 \text{ kNm}$$

$$M_{TS} = 0,372 \text{ kNm}$$

$$P_2' = 73,198 \text{ kN}$$

$$P_1' = 59,998 \text{ kN}$$

$$R_{SH} = 1,590 \text{ kN}$$

$$R_{SV} = 79,798 \text{ kN}$$

$$R_{TH} = -19,891 \text{ kN}$$

$$R_{TV} = 65,894 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{SV} \cdot x - P2' \cdot x - \frac{1}{2} q_{RB1} \cdot x^2 - M_{ST} \\ &= 80,502 \cdot x - 73,198 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 2,40 \cdot x^2 - (-4,244) \\ &= -1,2 \cdot x^2 + 7,304 \cdot x + 4,244 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $D_x = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{SV} - P2' - q_{RB1} \cdot x \\ &= 80,502 - 73,198 - 2,4 \cdot x \\ 2,4 \cdot x &= 7,304 \\ x &= 3,043 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= -1,2 \cdot x^2 + 7,304 \cdot x + 4,244 \\ &= -1,2 \cdot (3,043)^2 + 7,304 \cdot (3,043) + 4,244 \\ &= 15,358 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap}) \end{aligned}$$

$$D_x = R_{SV} - P2' - q_{RB1} \cdot$$

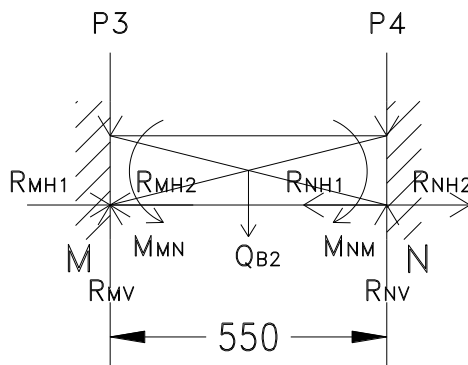
$$D_x = 80,502 - 73,198 - 2,4 \cdot x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 7,304 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{tump})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = -5,896 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{lap})$$

$$N_{ST} = R_{TH} = -19,891 \text{ kN}$$

⇒ **Batang MN**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{MN} = -158,380 \text{ kNm}$$

$$M_{NM} = 194,586 \text{ kNm}$$

$$P3 = 303,838 \text{ kN}$$

$$P4 = 399,518 \text{ kN}$$

$$R_{MV} = 697,270 \text{ kN}$$

$$R_{NV} = 806,116 \text{ kN}$$

$$R_{MH1} = 19,891 \text{ kN}$$

$$R_{MH2} = -59,486 \text{ kN}$$

$$R_{NH1} = -1,590 \text{ kN}$$

$$R_{NH2} = 4,195 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{MV} \cdot x - P3 \cdot x - \frac{1}{2} q_{B2} \cdot x^2 - M_{MN} \\ &= 697,270 \cdot x - 303,838 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 145,46 \cdot x^2 - (-158,380) \\ &= -72,73 \cdot x^2 + 393,432 \cdot x + 158,380 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{MV} - P3 - q_{B2} \cdot x \\ &= 697,270 - 303,838 - 145,46 \cdot x \end{aligned}$$

$$145,46 \cdot x = 393,432$$

$$x = 2,705 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= -72,73 \cdot x^2 + 393,432 \cdot x + 158,380 \\ &= -72,73 \cdot (2,705)^2 + 393,432 \cdot (2,705) + 158,380 \\ &= 690,446 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap}) \end{aligned}$$

$$D_x = R_{MV} - P3 - q_{B2}$$

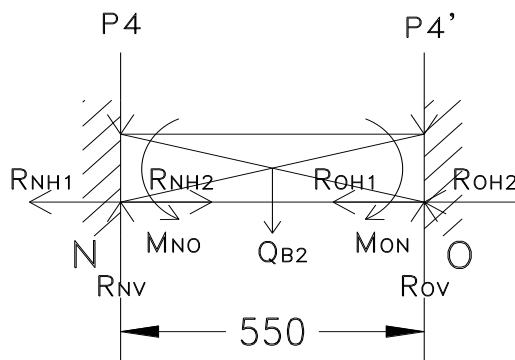
$$D_x = 697,270 - 303,838 - 145,46.x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 393,432 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{\text{tump}})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = -406,598 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{\text{lap}})$$

$$\begin{aligned} N_{MN} &= R_{MH1} + R_{MH2} = 19,891 - 59,486 \\ &= -39,595 \text{ kN} \end{aligned}$$

⇒ **Batang NO**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{NO} = -184,163 \text{ kNm}$$

$$M_{ON} = 184,163 \text{ kNm}$$

$$P4 = 399,518 \text{ kN}$$

$$P4' = 399,518 \text{ kN}$$

$$R_{NV} = 799,533 \text{ kN}$$

$$R_{OV} = 799,533 \text{ kN}$$

$$R_{NH1} = -1,590 \text{ kN}$$

$$R_{NH2} = 4,195 \text{ kN}$$

$$R_{OH1} = -1,590 \text{ kN}$$

$$R_{OH2} = -4,195 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{NV} \cdot x - P4 \cdot x - \frac{1}{2} q_{B2} \cdot x^2 - M_{NO} \\ &= 799,533.x - 399,518.x - \frac{1}{2} \cdot 145,46 \cdot x^2 - (-184,163) \\ &= -72,73.x^2 + 400,015.x + 184,163 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $D_x = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{NV} - P4 - q_{B2} \cdot x \\ &= 799,533 - 399,518 - 145,46.x \end{aligned}$$

$$145,46.x = 400,015$$

$$x = 2,75 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= -72,73.x^2 + 400,015.x + 184,163 \\ &= -72,73.(2,75)^2 + 400,015.(2,75) + 184,163 \\ &= 734,184 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap}) \end{aligned}$$

$$D_x = R_{NV} - P4 - qB2$$

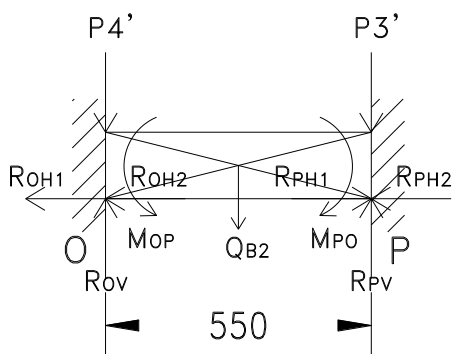
$$D_x = 799,533 - 399,518 - 145,46.x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 400,015 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{tump})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = -400,015 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{lap})$$

$$N_{NO} = R_{NH1} + R_{NH2} = (-1,590) + 4,195 = 2,605 \text{ kN}$$

⇒ **Batang OP**



$$qB2 = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{OP} = -194,586 \text{ kNm}$$

$$M_{PO} = 158,380 \text{ kNm}$$

$$P4' = 399,518 \text{ kN}$$

$$P3' = 303,838 \text{ kN}$$

$$R_{OV} = 806,116 \text{ kN}$$

$$R_{PV} = 697,270 \text{ kN}$$

$$R_{OH1} = -1,590 \text{ kN}$$

$$R_{OH2} = -4,195 \text{ kN}$$

$$R_{PH1} = 19,891 \text{ kN}$$

$$R_{PH2} = -59,486 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{OV}.x - P4'.x - \frac{1}{2} qB2 . x^2 - M_{OP} \\ &= 806,116.x - 399,518.x - \frac{1}{2} . 145,46 . x^2 - (-194,586) \end{aligned}$$

$$= -72,73.x^2 + 406,598.x + 194,586$$

Momen maksimum ketika $D_x = 0$,

$$D_x = R_{OV} - P_4' - q_{B2} \cdot x$$

$$= 806,116 - 399,518 - 145,46.x$$

$$145,46.x = 406,598$$

$$x = 2,795 \text{ m}$$

$$M_{maks} = -72,73.x^2 + 406,598.x + 194,586$$

$$= -72,73.(2,795)^2 + 406,598.(2,795) + 194,586$$

$$= 762,859 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap})$$

$$D_x = R_{OV} - P_4' - q_{B2}$$

$$D_x = 806,116 - 399,518 - 145,46.x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

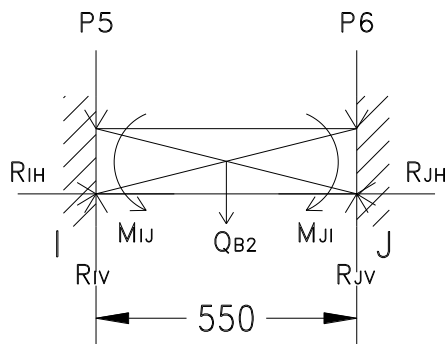
$$x = 0 \rightarrow D_x = 406,598 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{tump})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = -393,432 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{lap})$$

$$N_{OP} = R_{PH1} + R_{PH2} = 19,891 - 59,486$$

$$= -39,595 \text{ kN}$$

⇒ **Batang IJ**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{IJ} = -158,380 \text{ kNm}$$

$$M_{JI} = 194,586 \text{ kNm}$$

$$P_5 = 547,678 \text{ kN}$$

$$P_6 = 725,838 \text{ kN}$$

$$R_{JV} = 1132,436 \text{ kN}$$

$$R_{IV} = 941,110 \text{ kN}$$

$$R_{IH} = 39,595 \text{ kN}$$

$$R_{JH} = -2,065 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{IV} \cdot x - P5 \cdot x - \frac{1}{2} q_{B2} \cdot x^2 - M_{IJ} \\ &= 941,110 \cdot x - 547,678 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 145,46 \cdot x^2 - (-158,380) \\ &= -72,73 \cdot x^2 + 393,432 \cdot x + 158,380 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $D_x = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{IV} - P5 - q_{B2} \cdot x \\ &= 941,110 - 547,678 - 145,46 \cdot x \end{aligned}$$

$$145,46 \cdot x = 393,432$$

$$x = 2,705 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= -72,73 \cdot x^2 + 393,432 \cdot x + 158,380 \\ &= -72,73 \cdot (2,705)^2 + 393,432 \cdot (2,705) + 158,380 \\ &= 690,446 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap}) \end{aligned}$$

$$D_x = R_{IV} - P5 - q_{B2}$$

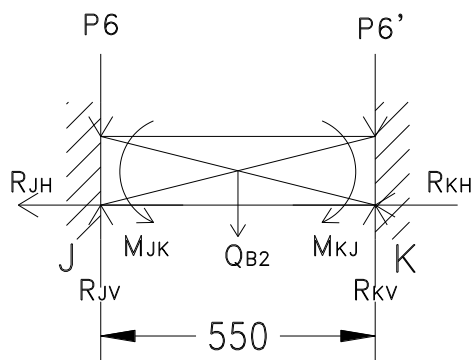
$$D_x = 941,110 - 547,678 - 145,46 \cdot x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 393,432 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{tump})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = -406,598 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{lap})$$

$$N_{IJ} = R_{IH} = 39,595$$

⇒ **Batang JK**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{JK} = -184,163 \text{ kNm}$$

$$M_{KJ} = 184,163 \text{ kNm}$$

$$P6 = 725,838 \text{ kN}$$

$$P6' = 725,838 \text{ kN}$$

$$R_{JH} = -2,605 \text{ kN}$$

$$R_{JV} = 1125,853 \text{ kN}$$

$$R_{KH} = -2,605 \text{ kN}$$

$$R_{KV} = 1125,853 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{JV} \cdot x - P_6 \cdot x - \frac{1}{2} qB_2 \cdot x^2 - M_{JK} \\ &= 1125,853 \cdot x - 725,838 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 145,46 \cdot x^2 - (-184,163) \\ &= -72,73 \cdot x^2 + 400,015 \cdot x + 184,163 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{JV} - P_6 - qB_2 \cdot x \\ &= 1125,853 - 725,838 - 145,46 \cdot x \end{aligned}$$

$$145,46 \cdot x = 400,015$$

$$x = 2,75 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= -72,73 \cdot x^2 + 400,015 \cdot x + 184,163 \\ &= -72,73 \cdot (2,75)^2 + 400,015 \cdot (2,75) + 184,163 \\ &= 734,184 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap}) \end{aligned}$$

$$D_x = R_{JV} - P_6 - qB_2$$

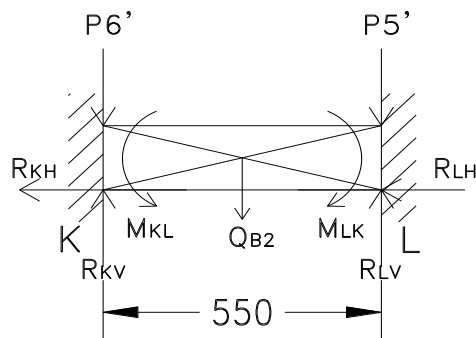
$$D_x = 1125,853 - 725,838 - 145,46 \cdot x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 400,015 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{tump})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = -400,015 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{lap})$$

$$N_{JK} = R_{JH} = 2,605 \text{ kN}$$

⇒ **Batang KL**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{KL} = -194,586 \text{ kNm}$$

$$M_{LK} = 158,380 \text{ kNm}$$

$$P6' = 725,838 \text{ kN}$$

$$P5' = 547,678 \text{ kN}$$

$$R_{KH} = -2,605 \text{ kN}$$

$$R_{KV} = 1132,436 \text{ kN}$$

$$R_{LH} = 39,595 \text{ kN}$$

$$R_{LV} = 941,110 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{KV} \cdot x - P5' \cdot x - \frac{1}{2} q_{B2} \cdot x^2 - M_{KL} \\ &= 1132,436 \cdot x - 725,838 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 145,46 \cdot x^2 - (-194,586) \\ &= -72,73 \cdot x^2 + 406,598 \cdot x + 194,586 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{OV} - P4' - q_{B2} \cdot x \\ &= 1132,436 - 725,838 - 145,46 \cdot x \end{aligned}$$

$$145,46 \cdot x = 406,598$$

$$x = 2,795 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= -72,73 \cdot x^2 + 406,598 \cdot x + 194,586 \\ &= -72,73 \cdot (2,795)^2 + 406,598 \cdot (2,795) + 194,586 \\ &= 762,859 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap}) \end{aligned}$$

$$D_x = R_{KV} - P5' - q_{B2}$$

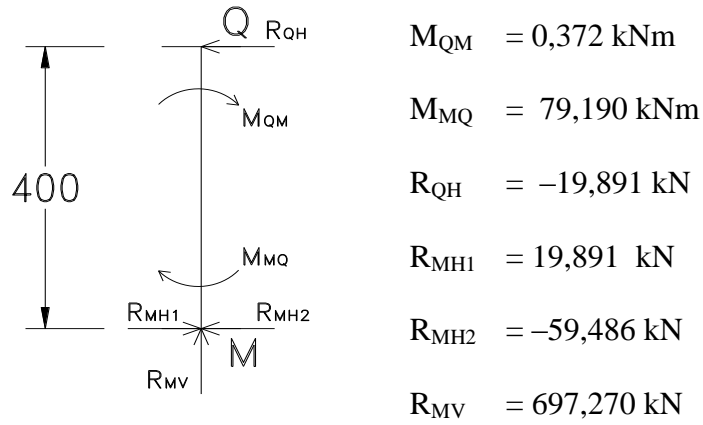
$$D_x = 1132,436 - 725,838 - 145,46 \cdot x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 406,598 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{tump})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = 6,583 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{lap})$$

$$N_{KL} = R_{3H} = 39,595 \text{ kN}$$

⇒ **Batang QM**



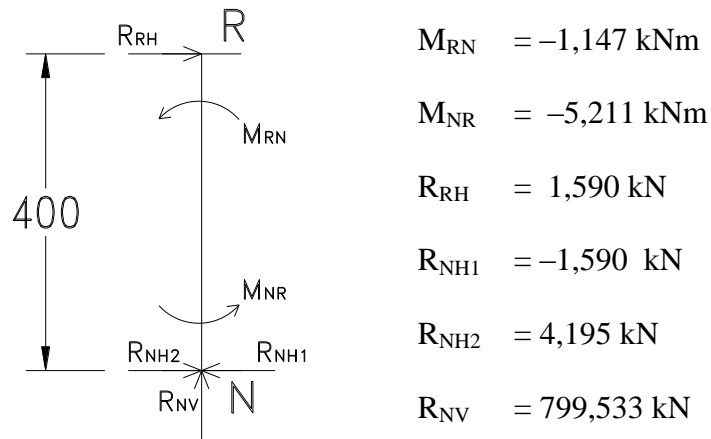
$$D_Q = R_{QH} = -19,891 \text{ kN}$$

$$D_M = R_{MH1} + R_{MH2} = 19,891 - 59,486$$

$$= -39,595 \text{ kN}$$

$$N_{QM} = R_{MV} = 697,270 \text{ kN}$$

⇒ **Batang RN**



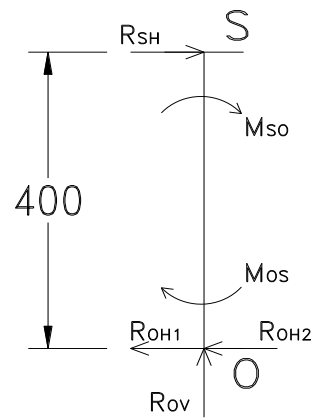
$$D_R = R_{RH} = 1,590 \text{ kN}$$

$$D_N = R_{NH1} + R_{NH2} = -1,590 + 4,195$$

$$= 2,605 \text{ kN}$$

$$N_{RN} = R_{NV} = 799,533 \text{ kN}$$

⇒ **Batang SO**



$$M_{SO} = 1,147 \text{ kNm}$$

$$M_{OS} = 5,211 \text{ kNm}$$

$$R_{SH} = 1,590 \text{ kN}$$

$$R_{OH1} = -1,590 \text{ kN}$$

$$R_{OH2} = -1,015 \text{ kN}$$

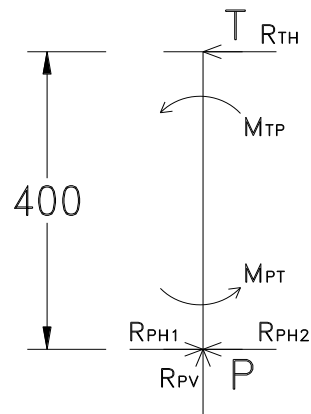
$$R_{OV} = 799,533 \text{ kN}$$

$$D_S = R_{SH} = 1,590 \text{ kN}$$

$$D_O = R_{OH1} + R_{OH2} = -1,590 - 1,015 \\ = -2,605 \text{ kN}$$

$$N_{SO} = R_{OV} = 799,533 \text{ kN}$$

⇒ **Batang TP**



$$M_{TP} = -0,372 \text{ kNm}$$

$$M_{PT} = -79,190 \text{ kNm}$$

$$R_{TH} = -19,891 \text{ kN}$$

$$R_{PH1} = 19,891 \text{ kN}$$

$$R_{PH2} = -59,486 \text{ kN}$$

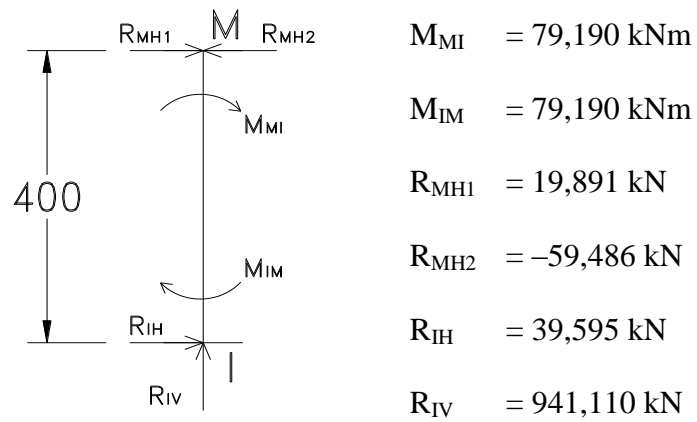
$$R_{PV} = 697,270 \text{ kN}$$

$$D_T = R_{TH} = -19,891 \text{ kN}$$

$$D_P = R_{PH1} + R_{PH2} = 19,891 - 59,486 \\ = -39,595 \text{ kN}$$

$$N_{TP} = R_{PV} = 697,270 \text{ kN}$$

⇒ **Batang MI = IE**



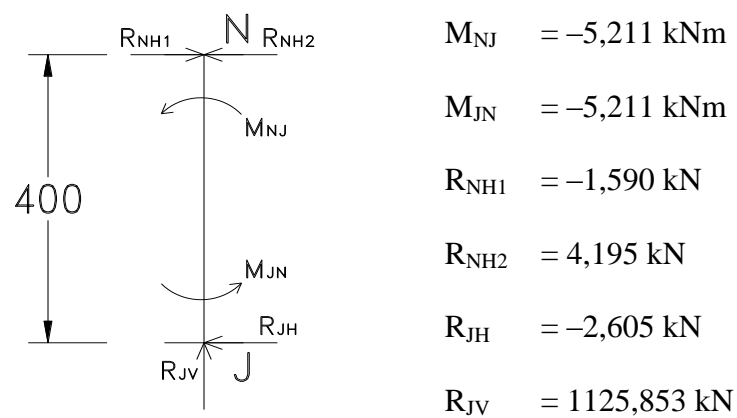
$$D_M = R_{MH1} + R_{MH2} = 19,891 - 59,486$$

$$= -39,595 \text{ kN}$$

$$D_I = R_{IH} = 39,595 \text{ kN}$$

$$N_{MI} = R_{IV} = 941,110 \text{ kN}$$

⇒ **Batang NJ = JF**



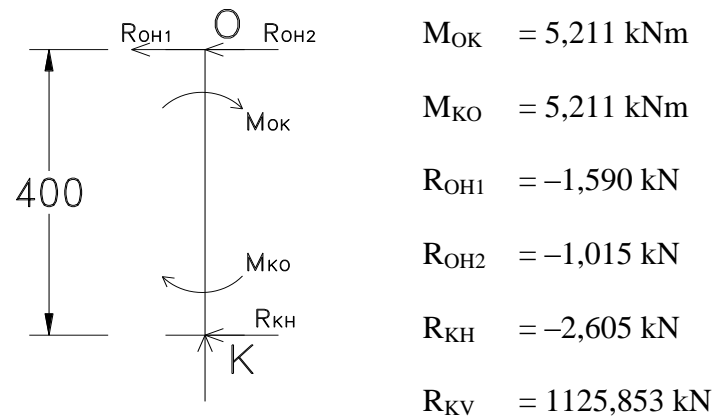
$$D_N = R_{NH1} + R_{NH2} = -1,590 + 4,195$$

$$= 2,605 \text{ kN}$$

$$D_J = R_{JH} = -2,605 \text{ kN}$$

$$N_{NJ} = R_{JV} = 1125,853 \text{ kN}$$

⇒ **Batang OK = KG**



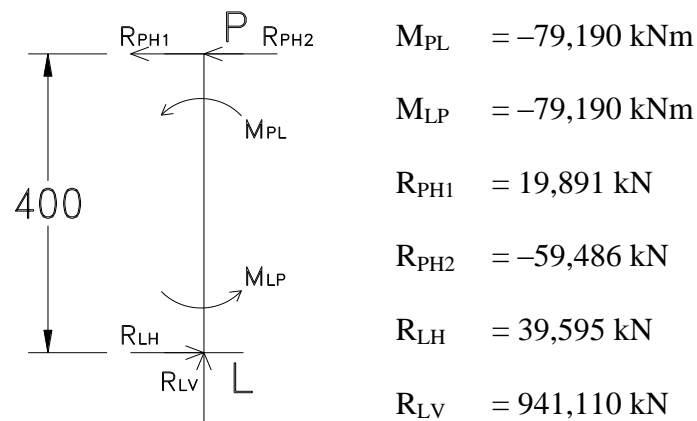
$$D_O = R_{OH1} + R_{OH2} = -1,590 - 1,015$$

$$= -2,605 \text{ kN}$$

$$D_K = R_{KH} = -2,605 \text{ kN}$$

$$N_{OK} = R_{KV} = 1125,853 \text{ kN}$$

⇒ **Batang PL = LH**



$$D_P = R_{PH1} + R_{PH2} = 19,891 - 59,486$$

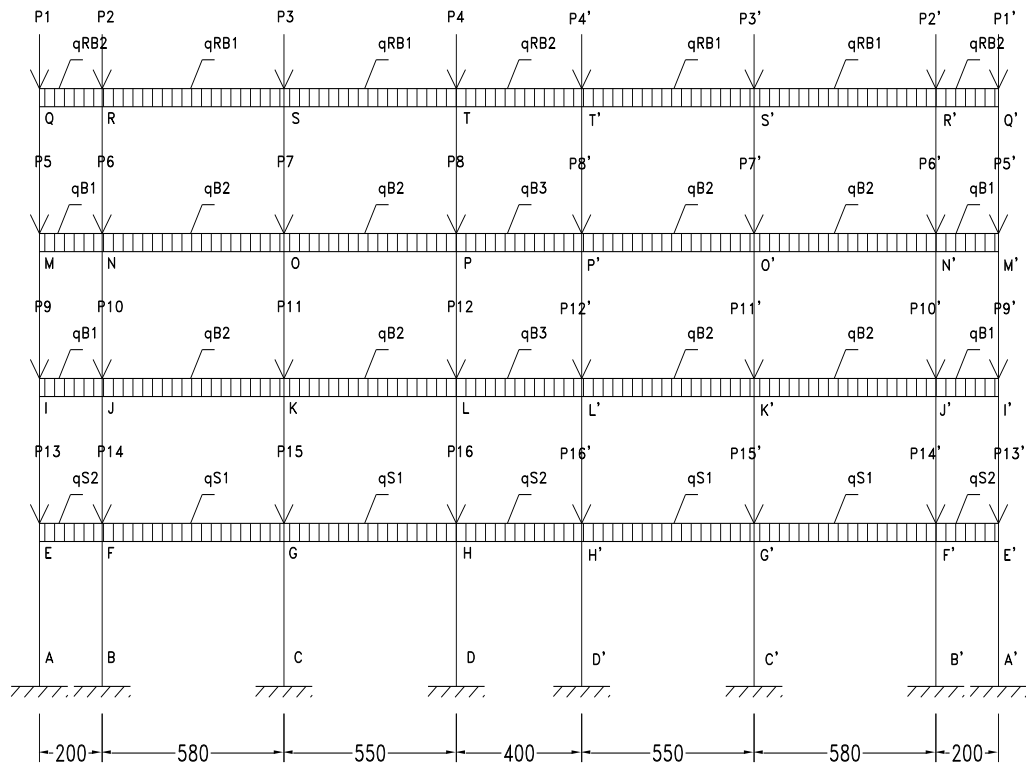
$$= -39,595 \text{ kN}$$

$$D_L = R_{LH} = 39,595 \text{ kN}$$

$$N_{PL} = R_{LV} = 941,110 \text{ Kn}$$

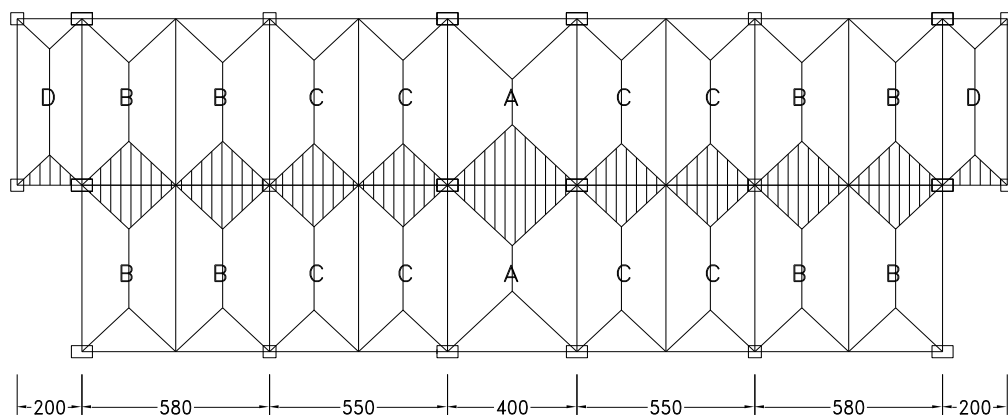
VI.4.5 Pembebanan Pada Portal Memanjang

A. Beban-Beban Yang Bekerja Pada Portal As – B Arah Memanjang



Gambar VI.4 Gambar Portal As – B

Arah Memanjang



Gambar VI.5 Gambar Pembebanan Metode Amplop

Portal As – B Arah Memanjang

1. Beban Terbagi Merata Ring Balok I (qRB1)

- Dimensi rencana = 25/40

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total Beban merata (qRB1)} = 2,40 \text{ kN/m}$$

2. Beban Terbagi Merata Ring Balok II (qRB2)

- Dimensi rencana = 25/30

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,25 \times 0,30 \times 24 = 1,80 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total beban merata (qRB2)} = 1,80 \text{ kN/m}$$

3. Beban Terbagi Balok Induk I (qB1)

- Dimensi rencana = 25/40

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$$

- Beban terbagi Plat B (segitiga)

$$W_u = 8,752 \text{ kN/m}$$

$$q_{\text{ekuivalen}} = \frac{1}{3} \cdot W_u \cdot l_x$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot 8,752 \cdot 2,00 \right)$$

$$= 16,67 \text{ kN/m}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0 = 10,0 \text{ kN/m}$

$$\text{Total beban merata} = 2,40 + 16,67 + 10,0$$

$$= 29,07 \text{ kN/m}$$

4. Beban Terbagi Balok Induk II (qB2)

- Dimensi rencana = 30/50

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times 0,50 \times 24 = 3,60 \text{ kN/m}$$

- Beban terbagi Plat B + Plat C (segitiga)

$$W_u = 8,752 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} q_{\text{ekuivalen}} &= \frac{1}{3} \cdot W_u \cdot l_x \\ &= 8 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot 8,752 \cdot 2,90 \right) + 8 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot 8,752 \cdot 2,75 \right) \\ &= 131,86 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0 = 10,0 \text{ kN/m}$
- Total beban merata = $3,60 + 131,86 + 10,0$
= $145,46 \text{ kN/m}$

5. Beban Terbagi Balok Induk III (qB3)

- Dimensi rencana = 30/30

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times 0,30 \times 24 = 2,16 \text{ kN/m}$$

- Beban terbagi Plat A (segitiga)

$$W_u = 8,752 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} q_{\text{ekuivalen}} &= \frac{1}{3} \cdot W_u \cdot l_x \\ &= 2 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot 8,752 \cdot 4,00 \right) \\ &= 23,34 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0 = 10,0 \text{ kN/m}$
- Total beban merata = $2,16 + 23,34 + 10,0$
= $35,50 \text{ kN/m}$

6. Beban Terbagi Merata Sloof I (qS1)

- Dimensi rencana = 25/40

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total beban merata (qS1)} = 2,40 \text{ kN/m}$$

7. Beban Terbagi Merata Sloof II (qS2)

- Dimensi rencana = 25/30

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,25 \times 0,30 \times 24 = 1,80 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total beban merata (qS2)} = 1,80 \text{ kN/m}$$

B. Beban Terpusat Yang Bekerja Pada Portal Arah Memanjang

1. Beban P1 = P1'

Beban yang bekerja pada P1

- Berat sendiri ring balok II = $0,25 \times 0,30 \times 24 = 1,80 \text{ kN/m}$

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) = 2 \cdot \left(\frac{1,8 \cdot 2,0}{2} \right) + \left(\frac{1,8 \cdot 5,5}{2} \right) = 13,50 \text{ kN}$$

$$\text{Total beban P1} = 13,50 \text{ kN}$$

2. Beban P2 = P2'

Beban yang bekerja pada P2

- Beban Atap = 19,678 kN

- Berat sendiri ring balok I = $0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{2,4 \cdot 2,00}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right)$$

$$= 45,12 \text{ kN}$$

$$\text{Total beban P2} = 19,678 + 45,12 = 64,798 \text{ kN}$$

3. Beban P3 = P3'

Beban yang bekerja pada P3

- Beban Atap = 19,678 kN

- Berat sendiri ring balok I = $0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{2,4 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right)$$

$$= 53,52 \text{ kN}$$

$$\text{Total beban P3} = 19,678 + 53,52 = 73,198 \text{ kN}$$

4. Beban P4 = P4'

Beban yang bekerja pada P4

- Beban Atap = 19,678 kN

- Berat sendiri ring balok I = $0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$

- Berat sendiri ring balok II = $0,25 \times 0,30 \times 24 = 1,80 \text{ kN/m}$

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{1,8 \cdot 4,0}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right)$$

$$= 46,80 \text{ kN}$$

$$\text{Total beban P4} = 19,678 + 46,80 = 66,478 \text{ kN}$$

5. Beban P5 = P5'

Beban yang bekerja pada P5

- Beban P1 = 13,50 kN
- Beban sendiri kolom I = $0,40 \times 0,40 \times 4 \times 24$ = 15,36 kN
- Beban sendiri balok induk I = $0,25 \times 0,40 \times 24$ = 2,40 kN/m

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) = 2 \cdot \left(\frac{2,4 \cdot 2,0}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) = 18,00 \text{ kN}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0$ = 10 kN/m

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) = 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot 2,0}{2} \right) + \left(\frac{10 \cdot 5,5}{2} \right) = 75 \text{ kN}$$

$$\text{Total beban P5} = 13,50 + 15,36 + 18,00 + 75 = 121,86 \text{ kN}$$

6. Beban P6 = P6'

Beban yang bekerja pada P6

- Beban P2 = 64,798 kN
- Beban sendiri kolom I = $0,40 \times 0,40 \times 4 \times 24$ = 15,36 kN
- Beban sendiri balok induk II = $0,30 \times 0,50 \times 24$ = 3,6 kN/m
- Berat sendiri balok induk I = $0,25 \times 0,40 \times 24$ = 2,40 kN/m

$$\begin{aligned} V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\ &= 2 \cdot \left(\frac{2,4 \cdot 2,0}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) \\ &= 65,28 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0$ = 10 kN/m

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \left(\frac{10,0.2,0}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,8}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) \\
 &= 188 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P6} = 64,798 + 15,36 + 65,28 + 188 = 333,438 \text{ kN}$$

7. Beban P7 = P7'

Beban yang bekerja pada P7

- Beban P3 = 73,198 kN
- Beban sendiri kolom I = $0,40 \times 0,40 \times 4 \times 24 = 15,36 \text{ kN}$
- Beban sendiri balok induk II = $0,30 \times 0,50 \times 24 = 3,60 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \left(\frac{3,6.5,8}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right) \\
 &= 80,28 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0 = 10 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \left(\frac{10,0.5,8}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) \\
 &= 223 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P7} = 73,198 + 15,36 + 80,28 + 223 = 391,838 \text{ kN}$$

8. Beban P8 = P8'

Beban yang bekerja pada P8

- Beban P4 = 66,478 kN
- Beban sendiri kolom I = $0,40 \times 0,40 \times 4 \times 24$ = 15,36 kN
- Beban sendiri balok induk II = $0,30 \times 0,50 \times 24$ = 3,6 kN/m
- Berat sendiri balok induk III = $0,30 \times 0,30 \times 24$ = 2,16 kN/m

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \cdot \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,16 \cdot 4,0}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) \\
 &= 68,04 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Beban dinding batu bata} = 2,50 \times 4,0 = 10 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \cdot \left(\frac{10,0 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 4,0}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 5,5}{2} \right) \\
 &= 205 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P8} = 66,478 + 15,36 + 68,04 + 205 = 354,878 \text{ kN}$$

9. Beban P9 = P9'

Beban yang bekerja pada P9

- Beban P5 = 121,86 kN
- Beban sendiri kolom I = $0,40 \times 0,40 \times 4 \times 24$ = 15,36 kN
- Beban sendiri balok induk I = $0,25 \times 0,40 \times 24$ = 2,40 kN/m

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) = 2 \cdot \left(\frac{2,4 \cdot 2,0}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) = 18,00 \text{ kN}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0 = 10 \text{ kN/m}$

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) = 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot 2,0}{2} \right) + \left(\frac{10 \cdot 5,5}{2} \right) = 75 \text{ kN}$$

$$\text{Total beban P9} = 121,86 + 15,36 + 18,00 + 75 = 230,22 \text{ kN}$$

10. Beban P10 = P10'

Beban yang bekerja pada P10

- Beban P6 = 333,438 kN

- Beban sendiri kolom II = $0,40 \times 0,60 \times 4 \times 24 = 23,04 \text{ kN}$

- Beban sendiri balok induk II = $0,30 \times 0,50 \times 24 = 3,60 \text{ kN/m}$

- Berat sendiri balok induk I = $0,25 \times 0,40 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned} V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\ &= 2 \cdot \left(\frac{2,4 \cdot 2,0}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) \\ &= 65,28 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0 = 10 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned} V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\ &= 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot 0,2,0}{2} \right) + \left(\frac{10 \cdot 0,5,5}{2} \right) + \left(\frac{10 \cdot 0,5,8}{2} \right) + \left(\frac{10 \cdot 0,5,5}{2} \right) \\ &= 188 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P10} = 333,438 + 23,04 + 65,28 + 188 = 609,758 \text{ kN}$$

11. Beban P11 = P11'

Beban yang bekerja pada P11

- Beban P7 = 391,838 kN
- Beban sendiri kolom II = $0,40 \times 0,60 \times 4 \times 24$ = 23,04 kN
- Beban sendiri balok induk II = $0,30 \times 0,50 \times 24$ = 3,60 kN/m

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \cdot \left(\frac{3,6 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6 \cdot 5,5}{2} \right) \\
 &= 80,28 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0$ = 10 kN/m

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \cdot \left(\frac{10,0 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 5,5}{2} \right) \\
 &= 223 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P11} = 391,838 + 23,04 + 80,28 + 223 = 718,158 \text{ kN}$$

12. Beban P12 = P12'

Beban yang bekerja pada P12

- Beban P8 = 354,878 kN
- Beban sendiri kolom II = $0,40 \times 0,60 \times 4 \times 24$ = 23,04 kN
- Beban sendiri balok induk II = $0,30 \times 0,50 \times 24$ = 3,6 kN/m
- Berat sendiri balok induk III = $0,30 \times 0,30 \times 24$ = 2,16 kN/m

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,16.4,0}{2} \right) + \left(\frac{3,6.5,5}{2} \right) \\
 &= 68,04 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Beban dinding batu bata} = 2,50 \times 4,0 = 10 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.4,0}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) \\
 &= 205 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P12} = 354,878 + 23,04 + 68,04 + 205 = 650,958 \text{ kN}$$

13. Beban P13 = P13'

Beban yang bekerja pada P13

- Beban P9 = 230,22 kN

- Beban sendiri kolom I = $0,40 \times 0,40 \times 4 \times 24 = 15,36 \text{ kN}$

- Beban sendiri sloof II = $0,25 \times 0,30 \times 24 = 1,80 \text{ kN/m}$

$$V = 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) = 2 \left(\frac{1,8.2,0}{2} \right) + \left(\frac{1,8.5,5}{2} \right) = 13,50 \text{ kN}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0 = 10 \text{ kN/m}$

$$V = 2 \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) = 2 \left(\frac{10.2,0}{2} \right) + \left(\frac{10.5,5}{2} \right) = 75 \text{ kN}$$

$$\text{Total beban P13} = 230,22 + 15,36 + 13,50 + 75 = 334,08 \text{ kN}$$

14. Beban P14 = P14'

Beban yang bekerja pada P14

- Beban P10 = 609,758 kN
- Beban sendiri kolom II = $0,40 \times 0,60 \times 4 \times 24$ = 23,04 kN
- Berat sendiri sloof I = $0,25 \times 0,40 \times 24$ = 2,40 kN/m

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \cdot \left(\frac{2,4 \cdot 2,0}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{2,4 \cdot 5,5}{2} \right) \\
 &= 45,12 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0$ = 10 kN/m

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) \\
 &= 2 \cdot \left(\frac{10,0 \cdot 2,0}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 5,8}{2} \right) + \left(\frac{10,0 \cdot 5,5}{2} \right) \\
 &= 188 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total beban P14} = 609,758 + 23,04 + 45,12 + 188 = 865,918 \text{ kN}$$

15. Beban P15 = P15'

Beban yang bekerja pada P15

- Beban P11 = 718,158 kN
- Beban sendiri kolom II = $0,40 \times 0,60 \times 4 \times 24$ = 23,04 kN
- Beban sendiri sloof I = $0,25 \times 0,40 \times 24$ = 2,40 kN/m

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{2,4.5,8}{2} \right) + \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right)$$

$$= 53,52 \text{ kN}$$

- Beban dinding batu bata = $2,50 \times 4,0$ = 10 kN/m

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{10,0.5,8}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0.5,5}{2} \right)$$

$$= 223 \text{ kN}$$

$$\text{Total beban P15} = 718,158 + 23,04 + 53,52 + 223 = 1017,718 \text{ kN}$$

16. Beban P16 = P16'

Beban yang bekerja pada P16

- Beban P12 = 650,958 kN

- Beban sendiri kolom II = $0,40 \times 0,60 \times 4 \times 24$ = 23,04 kN

- Berat sendiri sloof I = $0,25 \times 0,40 \times 24$ = 2,40 kN/m

- Berat sendiri sloof II = $0,25 \times 0,30 \times 24$ = 1,80 kN/m

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right) + \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right) + \left(\frac{1,8.4,0}{2} \right) + \left(\frac{2,4.5,5}{2} \right)$$

$$= 46,80 \text{ kN}$$

$$\text{Beban dinding batu bata} = 2,50 \times 4,0 = 10 \text{ kN/m}$$

$$V = 2 \cdot \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right) + \left(\frac{qlx}{2} \right) + \left(\frac{qly}{2} \right)$$

$$= 2 \cdot \left(\frac{10,0,5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0,5,5}{2} \right) + \left(\frac{10,0,4,0}{2} \right) + \left(\frac{10,0,5,5}{2} \right)$$

$$= 205 \text{ kN}$$

$$\text{Total beban P16} = 650,958 + 23,04 + 46,80 + 205 = 925,798 \text{ kN}$$

VI.4.6 Perhitungan Cross Pada Portal Memanjang

A. Momen Inersia

- Ring Balok 1 (25/40)

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 0,25 \cdot (0,40)^3 = 13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

- Ring Balok 2 (25/30)

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 0,25 \cdot (0,30)^3 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

- Balok Induk 1 (25/40)

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 0,25 \cdot (0,40)^3 = 13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

- Balok Induk 2 (30/50)

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 0,30 \cdot (0,50)^3 = 31 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

- Balok Induk 3 (30/30)

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 0,30 \cdot (0,30)^3 = 7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

- Kolom 1 (40/60)

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 0,40 \cdot (0,60)^3 = 72 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

- Kolom 2 (40/40)

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 0,40 \cdot (0,40)^3 = 21 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

B. Modulus Elastisitas Beton (E_c)

Menurut SKSNI T15-1991-03 Pasal 3.3.1-5 :

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f_c}$$

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{25} = 23.500 \text{ Mpa} = 2,35 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2 = 2,35 \cdot 10^9 \text{ kg/m}^2$$

$$E_c = 2,35 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$$

- Ring Balok 1

$$\frac{EI}{L} = \frac{235 \cdot 10^5 \cdot 13 \cdot 10^{-4}}{5,8} = 5267,24 \text{ kNm}$$

$$\frac{EI}{L} = \frac{235 \cdot 10^5 \cdot 13 \cdot 10^{-4}}{5,5} = 5554,55 \text{ kNm}$$

- Ring Balok 2

$$\frac{EI}{L} = \frac{235.10^5 \times 6.10^{-4}}{4,0} = 3525,00 \text{ kNm}$$

$$\frac{EI}{L} = \frac{235.10^5 \times 6.10^{-4}}{2,0} = 7050,00 \text{ kNm}$$

- Balok Induk 1

$$\frac{EI}{L} = \frac{235.10^5 \times 13.10^{-4}}{2,0} = 15275,00 \text{ kNm}$$

- Balok Induk 2

$$\frac{EI}{L} = \frac{235.10^5 \times 31.10^{-4}}{5,8} = 12560,34 \text{ kNm}$$

$$\frac{EI}{L} = \frac{235.10^5 \times 31.10^{-4}}{5,5} = 13245,45 \text{ kNm}$$

- Balok Induk 3

$$\frac{EI}{L} = \frac{235.10^5 \times 7.10^{-4}}{4,0} = 4112,50 \text{ kNm}$$

- Kolom 1 dan 2

$$\frac{EI}{L} = \frac{235.10^5 \times 72.10^{-4}}{4} = 42300,00 \text{ kNm}$$

$$\frac{EI}{L} = \frac{235.10^5 \times 21.10^{-4}}{4} = 12337,50 \text{ kNm}$$

C. Faktor Distribusi (DF) As B

⇒ Titik Q = Q'

$$\begin{aligned} \text{DF (QR)} &= \frac{\frac{EI}{L} (QR)}{\frac{EI}{L}(QR) + \frac{EI}{L}(QM)} \\ &= \frac{7050,00}{7050,00 + 12337,50} = 0,36 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DF (QM)} &= \frac{\frac{EI}{L} (QM)}{\frac{EI}{L}(QM) + \frac{EI}{L}(QR)} \\ &= \frac{12337,50}{12337,50 + 7050,00} = 0,64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol} \rightarrow \text{DF (QR)} + \text{DF (QM)} &= 1 \\ 0,36 + 0,64 &= 1 \quad \text{..... (OK)} \end{aligned}$$

⇒ Titik R = R'

$$\begin{aligned} \text{DF (RQ)} &= \frac{\frac{EI}{L} (RQ)}{\frac{EI}{L}(RQ) + \frac{EI}{L}(RS) + \frac{EI}{L}(RN)} \\ &= \frac{5267,24}{7050,00 + 5267,24 + 42300,00} = 0,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DF (RS)} &= \frac{\frac{EI}{L} (RS)}{\frac{EI}{L}(RQ) + \frac{EI}{L}(RS) + \frac{EI}{L}(RN)} \end{aligned}$$

$$= \frac{5267,24}{7050,00 + 5267,24 + 42300,00} = 0,10$$

$$\begin{aligned} \text{DF (RN)} &= \frac{\frac{EI}{L} (RS)}{\frac{EI}{L}(RQ) + \frac{EI}{L}(RS) + \frac{EI}{L}(RN)} \\ &= \frac{42300,00}{7050,00 + 5267,24 + 42300,00} = 0,77 \end{aligned}$$

$$\text{Kontrol} \rightarrow \text{DF (RQ)} + \text{DF (RS)} + \text{DF (RN)} = 1$$

$$0,13 + 0,10 + 0,77 = 1 \quad \text{..... (OK)}$$

\Rightarrow Titik S = S'

$$\begin{aligned} \text{DF (SR)} &= \frac{\frac{EI}{L} (SR)}{\frac{EI}{L}(SR) + \frac{EI}{L}(ST) + \frac{EI}{L}(SO)} \\ &= \frac{5267,24}{5267,24 + 5554,55 + 42300,00} = 0,10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DF (ST)} &= \frac{\frac{EI}{L} (ST)}{\frac{EI}{L}(SR) + \frac{EI}{L}(ST) + \frac{EI}{L}(SO)} \\ &= \frac{5554,55}{5267,24 + 5554,55 + 42300,00} = 0,10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DF (SO)} &= \frac{\frac{EI}{L} (SO)}{\frac{EI}{L}(SR) + \frac{EI}{L}(ST) + \frac{EI}{L}(SO)} \\ &= \frac{42300,00}{5267,24 + 5554,55 + 42300,00} = 0,80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kontrol} \rightarrow \text{DF (SR)} + \text{DF (ST)} + \text{DF (SO)} &= 1 \\ 0,10 + 0,10 + 0,80 &= 1 \quad \text{..... (OK)}\end{aligned}$$

\Rightarrow Titik T = T'

$$\begin{aligned}\text{DF (TS)} &= \frac{\frac{EI}{L} (TS)}{\frac{EI}{L} (TS) + \frac{EI}{L} (TT') + \frac{EI}{L} (TP)} \\ &= \frac{5554,55}{5554,55 + 3525,00 + 42300,00} = 0,11\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{DF (TT')} &= \frac{\frac{EI}{L} (TT')}{\frac{EI}{L} (TS) + \frac{EI}{L} (TT') + \frac{EI}{L} (TP)} \\ &= \frac{3525,00}{5554,55 + 3525,00 + 42300,00} = 0,07\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{DF (TP)} &= \frac{\frac{EI}{L} (TP)}{\frac{EI}{L} (TS) + \frac{EI}{L} (TT') + \frac{EI}{L} (TP)} \\ &= \frac{42300,00}{5554,55 + 3525,00 + 42300,00} = 0,82\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kontrol} \rightarrow \text{DF (TS)} + \text{DF (TT')} + \text{DF (TP)} &= 1 \\ 0,11 + 0,07 + 0,82 &= 1 \quad \text{..... (OK)}\end{aligned}$$

⇒ Titik M = M' = I = I'

$$\begin{aligned} \text{DF (MQ)} &= \frac{\frac{EI}{L} (MQ)}{\frac{EI}{L}(MQ) + \frac{EI}{L}(MN) + \frac{EI}{L}(MI)} \\ &= \frac{12337,50}{12337,50 + 15275,00 + 12337,50} = 0,31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DF (MN)} &= \frac{\frac{EI}{L} (MN)}{\frac{EI}{L}(MQ) + \frac{EI}{L}(MN) + \frac{EI}{L}(MI)} \\ &= \frac{15275,00}{12337,50 + 15275,00 + 12337,50} = 0,38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DF (MI)} &= \frac{\frac{EI}{L} (MI)}{\frac{EI}{L}(MQ) + \frac{EI}{L}(MN) + \frac{EI}{L}(MI)} \\ &= \frac{12337,50}{12337,50 + 15275,00 + 12337,50} = 0,31 \end{aligned}$$

$$\text{Kontrol} \rightarrow \text{DF (MQ)} + \text{DF (MN)} + \text{DF (MI)} = 1$$

$$0,31 + 0,38 + 0,31 = 1 \quad \text{..... (OK)}$$

⇒ Titik N = N' = J = J'

$$\begin{aligned} \text{DF (NM)} &= \frac{\frac{EI}{L} (NM)}{\frac{EI}{L}(NM) + \frac{EI}{L}(NR) + \frac{EI}{L}(NO) + \frac{EI}{L}(NJ)} \\ &= \frac{15275,00}{15275,00 + 42300,00 + 12560,34 + 42300,00} = 0,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (NR)} &= \frac{\frac{EI}{L} (NR)}{\frac{EI}{L}(NM) + \frac{EI}{L}(NR) + \frac{EI}{L}(NO) + \frac{EI}{L}(NJ)} \\
 &= \frac{42300,00}{15275,00 + 42300,00 + 12560,34 + 42300,00} = 0,38
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (NO)} &= \frac{\frac{EI}{L} (NO)}{\frac{EI}{L}(NM) + \frac{EI}{L}(NR) + \frac{EI}{L}(NO) + \frac{EI}{L}(NJ)} \\
 &= \frac{12560,34}{15275,00 + 42300,00 + 12560,34 + 42300,00} = 0,11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (NJ)} &= \frac{\frac{EI}{L} (NJ)}{\frac{EI}{L}(NM) + \frac{EI}{L}(NR) + \frac{EI}{L}(NO) + \frac{EI}{L}(NJ)} \\
 &= \frac{42300,00}{15275,00 + 42300,00 + 12560,34 + 42300,00} = 0,38
 \end{aligned}$$

$$\text{Kontrol} \rightarrow \text{DF (NM)} + \text{DF (NR)} + \text{DF (NO)} + \text{DF (NJ)} = 1$$

$$0,13 + 0,38 + 0,11 + 0,38 = 1 \quad (\text{OK})$$

\Rightarrow Titik O = O' = K = K'

$$\begin{aligned}
 \text{DF (ON)} &= \frac{\frac{EI}{L} (ON)}{\frac{EI}{L}(ON) + \frac{EI}{L}(OS) + \frac{EI}{L}(OP) + \frac{EI}{L}(OK)} \\
 &= \frac{12560,34}{12560,34 + 42300,00 + 13245,45 + 42300,00} = 0,12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (OS)} &= \frac{\frac{EI}{L}(OS)}{\frac{EI}{L}(ON) + \frac{EI}{L}(OS) + \frac{EI}{L}(OP) + \frac{EI}{L}(OK)} \\
 &= \frac{42300,00}{12560,34 + 42300,00 + 13245,45 + 42300,00} = 0,38
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (OP)} &= \frac{\frac{EI}{L}(OP)}{\frac{EI}{L}(ON) + \frac{EI}{L}(OS) + \frac{EI}{L}(OP) + \frac{EI}{L}(OK)} \\
 &= \frac{13245,45}{12560,34 + 42300,00 + 13245,45 + 42300,00} = 0,12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (OK)} &= \frac{\frac{EI}{L}(OK)}{\frac{EI}{L}(ON) + \frac{EI}{L}(OS) + \frac{EI}{L}(OP) + \frac{EI}{L}(OK)} \\
 &= \frac{42300,00}{12560,34 + 42300,00 + 13245,45 + 42300,00} = 0,38
 \end{aligned}$$

$$\text{Kontrol} \rightarrow \text{DF (NM)} + \text{DF (NR)} + \text{DF (NO)} + \text{DF (NJ)} = 1$$

$$0,12 + 0,38 + 0,12 + 0,38 = 1 \quad (\text{OK})$$

$$\Rightarrow \text{Titik P} = \text{P}' = \text{L} = \text{L}'$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (PO)} &= \frac{\frac{EI}{L}(PO)}{\frac{EI}{L}(PO) + \frac{EI}{L}(PT) + \frac{EI}{L}(PP') + \frac{EI}{L}(PL)} \\
 &= \frac{13245,45}{13245,45 + 42300,00 + 4112,50 + 42300,00} = 0,12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (PT)} &= \frac{\frac{EI}{L}(PT)}{\frac{EI}{L}(PO) + \frac{EI}{L}(PT) + \frac{EI}{L}(PP') + \frac{EI}{L}(PL)} \\
 &= \frac{42300,00}{13245,45 + 42300,00 + 4112,50 + 42300,00} = 0,42
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (PP')} &= \frac{\frac{EI}{L}(PP')}{\frac{EI}{L}(PO) + \frac{EI}{L}(PT) + \frac{EI}{L}(PP') + \frac{EI}{L}(PL)} \\
 &= \frac{4112,50}{13245,45 + 42300,00 + 4112,50 + 42300,00} = 0,04
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DF (PL)} &= \frac{\frac{EI}{L}(PL)}{\frac{EI}{L}(PO) + \frac{EI}{L}(PT) + \frac{EI}{L}(PP') + \frac{EI}{L}(PL)} \\
 &= \frac{42300,00}{13245,45 + 42300,00 + 4112,50 + 42300,00} = 0,42
 \end{aligned}$$

$$\text{Kontrol} \rightarrow \text{DF (NM)} + \text{DF (NR)} + \text{DF (NO)} + \text{DF (NJ)} = 1$$

$$0,12 + 0,42 + 0,04 + 0,42 = 1 \quad (\text{OK})$$

..... **CROSS TERLAMPIR**

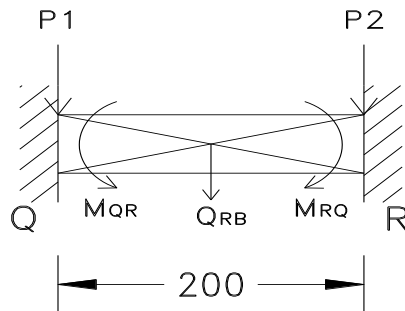
VI.4.7 Perhitungan Free Body Portal Memanjang

M (kNm)		M (kNm)		M (kNm)		M (kNm)		M (kNm)	
QM	0,035	R'S'	1,405	PT	-80,068	M'Q'	2,593	L'H'	7,626
QR	-0,035	R'N'	-0,310	PL	-7,626	IM	2,593	L'P'	80,068
RQ	0,735	R'Q'	-0,735	PP'	-63,704	IE	3,178	L'K'	-151,397
RN	0,310	Q'R'	0,035	P'P	63,704	IJ	-5,771	K'L'	212,911
RS	-1,405	Q'M'	-0,035	P'L'	7,626	JI	29,965	K'G'	5,726
SR	4,417	MQ	2,593	P'T'	80,068	JN	77,216	K'O'	18,132
SO	-0,412	MI	3,178	P'O'	-151,397	JF	22,352	K'J'	-236,769
ST	-4,275	MN	-5,771	O'P'	212,911	JK	-129,534	J'K'	129,534
TS	2,224	NM	29,965	O'K'	5,726	KJ	236,769	J'F'	-22,352
TP	-0,149	NR	77,217	O'S'	18,132	KO	-18,132	J'N'	-77,216
TT'	-2,075	NJ	22,352	O'N'	-236,169	KG	-5,726	J'I'	-29,965
T'T	2,075	NO	-129,533	N'O'	129,533	KL	-212,911	I'J'	5,771
T'P'	0,149	ON	236,769	N'J'	-22,352	LK	151,397	I'E'	-3,178
T'S'	-2,224	OS	-18,132	N'R'	-77,216	LP	-80,068	I'N'	-2,593
S'T'	4,275	OK	-5,726	N'M'	-29,965	LH	-7,626		
S'O'	0,412	OP	-212,911	M'N'	5,771	LL'	-63,704		
S'R'	-4,417	PO	151,397	M'I'	3,178	L'L	63,704		

Tabel 6.2 Hasil Perhitungan Cross Portal Memanjang

A. Reaksi Perletakan

⇒ **Free Body QR**



$$q_{RB2} = 1,80 \text{ kN/m}$$

$$M_{QR} = -0,035 \text{ kNm}$$

$$M_{RQ} = 0,735 \text{ kNm}$$

$$P1 = 13,50 \text{ kN}$$

$$P2 = 64,798 \text{ kN}$$

$$Q_{RB} = q_{RB2} \cdot L = 1,80 \cdot 2,0 = 3,60 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_R = 0$$

$$R_{QV} \cdot L - Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{QR} + M_{RQ} - P1 \cdot L = 0$$

$$R_{QV} \cdot 2,0 - 3,6 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 0,035 + 0,735 - 13,50 \cdot 2,0 = 0$$

$$R_{QV} \cdot 2,0 - 29,90 = 0$$

$$R_{QV} = \frac{29,90}{2,0}$$

$$R_{QV} = 14,95 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_Q = 0$$

$$-R_{RV} \cdot L + Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{QR} + M_{RQ} + P2 \cdot L = 0$$

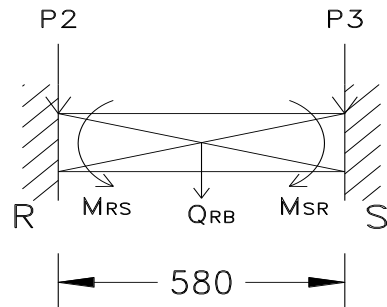
$$-R_{RV} \cdot 2,0 + 3,6 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 0,035 + 0,735 + 64,798 \cdot 2,0 = 0$$

$$-R_{RV} \cdot 2,0 + 133,896 = 0$$

$$R_{RV} = \frac{133,896}{2,0}$$

$$R_{RV} = 66,948 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body RS**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{RS} = -1,405 \text{ kNm}$$

$$M_{SR} = 4,417 \text{ kNm}$$

$$P2 = 64,798 \text{ kN}$$

$$P3 = 73,198 \text{ kN}$$

$$Q_{RB} = q_{RB1} \cdot L = 2,40 \cdot 5,8 = 13,92 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_S = 0$$

$$R_{RV} \cdot L - Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{RS} + M_{SR} - P2 \cdot L = 0$$

$$R_{RV} \cdot 5,8 - 13,92 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 1,405 + 4,417 - 64,798 \cdot 5,8 = 0$$

$$R_{RV} \cdot 5,8 - 413,184 = 0$$

$$R_{RV} = \frac{413,184}{5,8}$$

$$R_{RV} = 71,239 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_R = 0$$

$$-R_{SV} \cdot L + Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{RS} + M_{SR} + P3 \cdot L = 0$$

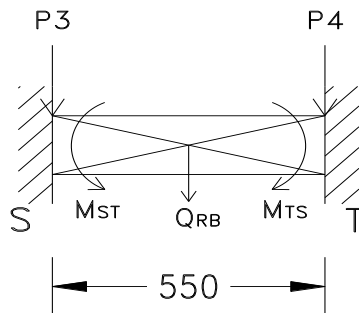
$$-R_{SV} \cdot 5,8 + 13,92 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 1,405 + 4,417 + 73,198 \cdot 5,8 = 0$$

$$-R_{SV} \cdot 5,8 + 467,928 = 0$$

$$R_{SV} = \frac{467,928}{5,8}$$

$$R_{SV} = 80,677 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body ST**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{ST} = -4,275 \text{ kNm}$$

$$M_{TS} = 2,224 \text{ kNm}$$

$$P3 = 73,198 \text{ kN}$$

$$P4 = 66,478 \text{ kN}$$

$$Q_{RB} = q_{RB1} \cdot L = 2,40 \cdot 5,5 = 13,2 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_T = 0$$

$$R_{SV} \cdot L - Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{ST} + M_{TS} - P3 \cdot L = 0$$

$$R_{SV} \cdot 5,5 - 13,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 4,275 + 2,224 - 73,198 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{SV} \cdot 5,5 - 440,94 = 0$$

$$R_{SV} = \frac{440,94}{5,5}$$

$$R_{SV} = 80,171 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_S = 0$$

$$-R_{TV} \cdot L + Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{ST} + M_{TS} + P4 \cdot L = 0$$

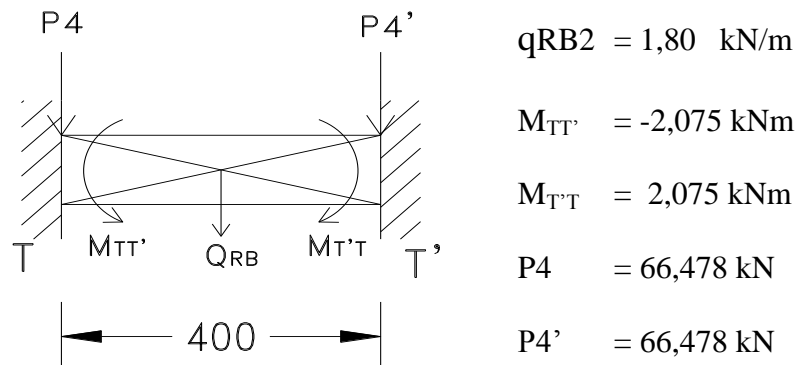
$$-R_{TV} \cdot 5,5 + 13,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 4,275 + 2,224 + 66,478 \cdot 5,5 = 0$$

$$-R_{TV} \cdot 5,5 + 399,878 = 0$$

$$R_{TV} = \frac{399,878}{5,5}$$

$$R_{TV} = 72,705 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body TT'**



$$Q_{RB} = q_{RB2} \cdot L = 1,80 \cdot 4,0 = 7,2 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{T'} = 0$$

$$R_{TV} \cdot L - Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{TT'} + M_{T'T} - P4 \cdot L = 0$$

$$R_{TV} \cdot 4,0 - 7,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4,0 - 2,075 + 2,075 - 66,478 \cdot 4,0 = 0$$

$$R_{TV} \cdot 4,0 - 280,312 = 0$$

$$R_{TV} = \frac{280,312}{4,0}$$

$$R_{TV} = 70,078 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_T = 0$$

$$-R_{TV} \cdot L + Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{TT'} + M_{T'T} + P4' \cdot L = 0$$

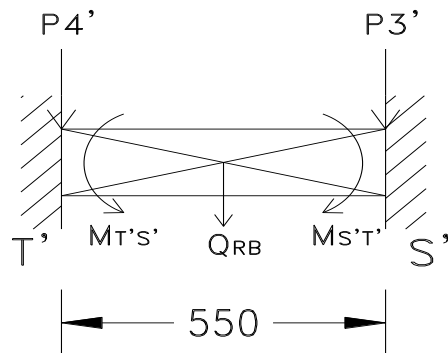
$$-R_{TV} \cdot 4,0 + 7,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4,0 - 2,075 + 2,075 + 66,478 \cdot 4,0 = 0$$

$$-R_{TV} \cdot 4,0 + 280,312 = 0$$

$$R_{TV} = \frac{280,312}{4,0}$$

$$R_{TV} = 70,078 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body T'S'**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{S'T'} = 4,275 \text{ kNm}$$

$$M_{T'S'} = -2,224 \text{ kNm}$$

$$P3' = 73,198 \text{ kN}$$

$$P4' = 66,478 \text{ kN}$$

$$Q_{RB} = q_{RB1} \cdot L = 2,40 \cdot 5,5 = 13,2 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{S'} = 0$$

$$R_{T'V} \cdot L - Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{T'S'} + M_{S'T'} - P4' \cdot L = 0$$

$$R_{T'V} \cdot 5,5 - 13,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 2,224 + 4,275 - 66,478 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{T'V} \cdot 5,5 - 399,878 = 0$$

$$R_{T'V} = \frac{399,878}{5,5}$$

$$R_{T'V} = 72,705 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{T'} = 0$$

$$-R_{S'V} \cdot L + Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{T'S'} + M_{S'T'} + P3' \cdot L = 0$$

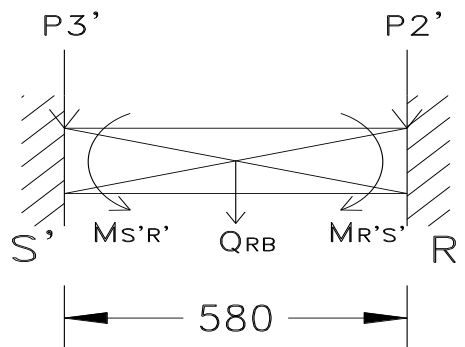
$$-R_{S'V} \cdot 5,5 + 13,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 2,224 + 4,275 + 73,198 \cdot 5,5 = 0$$

$$-R_{S'V} \cdot 5,5 + 440,94 = 0$$

$$R_{S'V} = \frac{440,94}{5,5}$$

$$R_{S'V} = 80,171 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body S'R'**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{R'S'} = 1,405 \text{ kNm}$$

$$M_{S'R'} = -4,417 \text{ kNm}$$

$$P2' = 64,798 \text{ kN}$$

$$P3' = 73,198 \text{ kN}$$

$$Q_{RB} = q_{RB1} \cdot L = 2,40 \cdot 5,8 = 13,92 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{R'} = 0$$

$$R_{S'V} \cdot L - Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{S'R'} + M_{R'S'} - P3' \cdot L = 0$$

$$R_{S'V} \cdot 5,8 - 13,92 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 4,417 + 1,405 - 73,198 \cdot 5,8 = 0$$

$$R_{S'V} \cdot 5,8 - 467,928 = 0$$

$$R_{S'V} = \frac{467,928}{5,8}$$

$$R_{S'V} = 80,677 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{S'} = 0$$

$$-R_{R'V} \cdot L + Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{S'R'} + M_{R'S'} + P2' \cdot L = 0$$

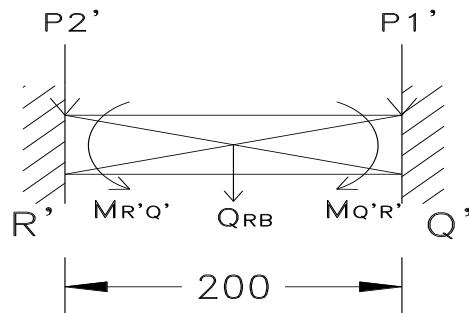
$$-R_{R'V} \cdot 5,8 + 13,92 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 4,417 + 1,405 + 64,798 \cdot 5,8 = 0$$

$$-R_{R'V} \cdot 5,8 + 413,184 = 0$$

$$R_{R'V} = \frac{413,184}{5,8}$$

$$R_{R'V} = 71,239 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body R'Q'**



$$q_{RB2} = 1,80 \text{ kN/m}$$

$$M_{Q'R'} = 0,035 \text{ kNm}$$

$$M_{R'Q'} = -0,735 \text{ kNm}$$

$$P1' = 13,50 \text{ kN}$$

$$P2' = 64,798 \text{ kN}$$

$$Q_{RB} = q_{RB2} \cdot L = 1,80 \cdot 2,0 = 3,60 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{Q'} = 0$$

$$R_{R'V} \cdot L - Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{R'Q'} + M_{Q'R'} - P2' \cdot L = 0$$

$$R_{R'V} \cdot 2,0 - 3,6 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 0,735 + 0,035 - 64,798 \cdot 2,0 = 0$$

$$R_{R'V} \cdot 2,0 - 133,896 = 0$$

$$R_{R'V} = \frac{133,896}{2,0}$$

$$R_{R'V} = 66,948 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{R'} = 0$$

$$-R_{Q'V} \cdot L + Q_{RB} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{R'Q'} + M_{Q'R'} + P1' \cdot L = 0$$

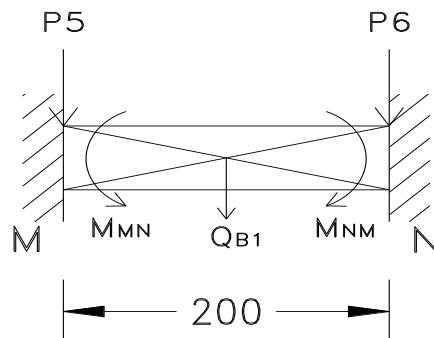
$$-R_{Q'V} \cdot 2,0 + 3,6 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 0,735 + 0,035 + 13,50 \cdot 2,0 = 0$$

$$-R_{Q'V} \cdot 2,0 + 29,90 = 0$$

$$R_{Q'V} = \frac{29,90}{2,0}$$

$$R_{Q'V} = 14,95 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body MN**



$$q_{B1} = 29,07 \text{ kN/m}$$

$$M_{MN} = -5,771 \text{ kNm}$$

$$M_{NM} = 29,965 \text{ kNm}$$

$$P5 = 121,86 \text{ kN}$$

$$P6 = 333,438 \text{ kN}$$

$$Q_{B1} = q_{B1} \cdot L = 29,07 \cdot 2,0 = 58,14 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_N = 0$$

$$R_{MV} \cdot L - Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{MN} + M_{NM} - P5 \cdot L = 0$$

$$R_{MV} \cdot 2,0 - 58,14 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 5,771 + 29,965 - 121,86 \cdot 2,0 = 0$$

$$R_{MV} \cdot 2,0 - 277,666 = 0$$

$$R_{MV} = \frac{277,666}{2,0}$$

$$R_{MV} = 138,833 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_M = 0$$

$$-R_{NV} \cdot L + Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{MN} + M_{NM} + P6 \cdot L = 0$$

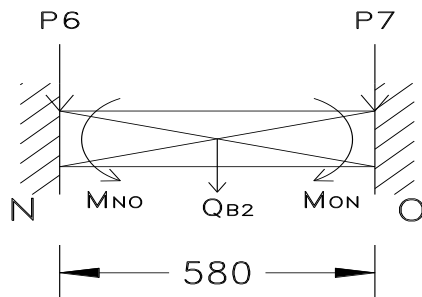
$$-R_{NV} \cdot 2,0 + 58,14 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 5,771 + 29,965 + 333,438 \cdot 2,0 = 0$$

$$-R_{NV} \cdot 2,0 + 749,21 = 0$$

$$R_{NV} = \frac{749,21}{2,0}$$

$$R_{NV} = 374,605 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body NO**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{NO} = -129,533 \text{ kNm}$$

$$M_{ON} = 236,769 \text{ kNm}$$

$$P6 = 333,438 \text{ kN}$$

$$P7 = 391,838 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,80 = 843,668 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_O = 0$$

$$R_{NV} \cdot L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{NO} + M_{ON} - P6 \cdot L = 0$$

$$R_{NV} \cdot 5,8 - 843,668 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 129,533 + 236,769 - 333,438 \cdot 5,8 = 0$$

$$R_{NV} \cdot 5,8 - 4273,342 = 0$$

$$R_{NV} = \frac{4273,342}{5,8}$$

$$R_{NV} = 736,783 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_N = 0$$

$$-R_{OV} \cdot L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{NO} + M_{ON} + P7 \cdot L = 0$$

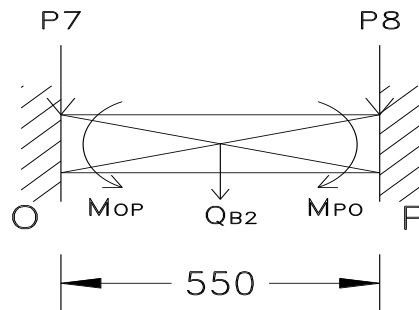
$$-R_{OV} \cdot 5,8 + 843,668 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 129,533 + 236,769 + 391,838 \cdot 5,8 = 0$$

$$-R_{OV} \cdot 5,8 + 4826,534 = 0$$

$$R_{OV} = \frac{4826,534}{5,8}$$

$$R_{OV} = 832,161 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body OP**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{OP} = -212,911 \text{ kNm}$$

$$M_{PO} = 151,397 \text{ kNm}$$

$$P7 = 391,838 \text{ kN}$$

$$P8 = 354,878 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,5 = 800,03 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_P = 0$$

$$R_{OV} \cdot L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{OP} + M_{PO} - P7 \cdot L = 0$$

$$R_{OV} \cdot 5,5 - 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 212,911 + 151,397 - 391,838 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{OV} \cdot 5,5 - 4416,706 = 0$$

$$R_{OV} = \frac{4416,706}{5,5}$$

$$R_{OV} = 803,037 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_O = 0$$

$$-R_{PV} \cdot L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{OP} + M_{PO} + P8 \cdot L = 0$$

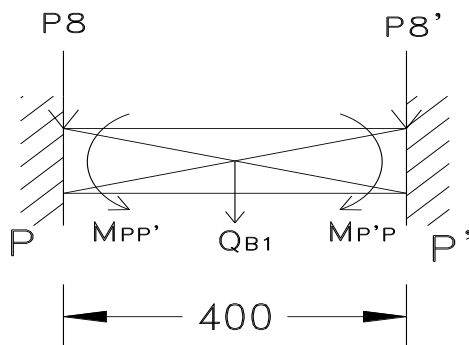
$$-R_{PV} \cdot 5,5 + 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 212,911 + 151,397 + 354,878 \cdot 5,5 = 0$$

$$-R_{PV} \cdot 5,5 + 4090,398 = 0$$

$$R_{PV} = \frac{4090,398}{5,5}$$

$$R_{PV} = 743,709 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body PP'**



$$\begin{aligned} q_{B1} &= 29,07 \text{ kN/m} \\ M_{PP'} &= -63,704 \text{ kNm} \\ M_{P'P} &= 63,704 \text{ kNm} \\ P8 &= 354,878 \text{ kN} \\ P8' &= 354,878 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_{B1} = q_{B1} \cdot L = 29,07 \cdot 4,0 = 116,28 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{P'} = 0$$

$$R_{PV} \cdot L - Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{PP'} + M_{P'P} - P8 \cdot L = 0$$

$$R_{PV} \cdot 4,0 - 116,28 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4,0 - 63,704 + 63,704 - 354,878 \cdot 4,0 = 0$$

$$R_{PV} \cdot 4,0 - 1652,072 = 0$$

$$R_{PV} = \frac{1652,072}{4,0}$$

$$R_{PV} = 413,018 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_P = 0$$

$$-R_{P'V} \cdot L + Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{PP'} + M_{P'P} + P8' \cdot L = 0$$

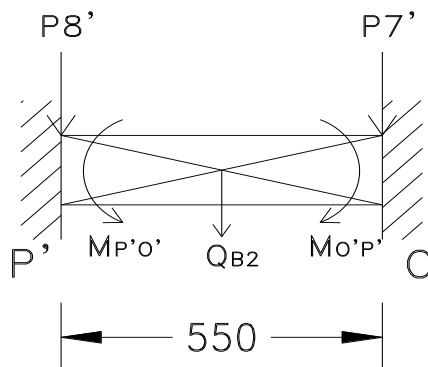
$$-R_{P'V} \cdot 4,0 + 116,28 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4,0 - 63,704 + 63,704 + 354,878 \cdot 4,0 = 0$$

$$-R_{P'V} \cdot 4,0 + 1652,072 = 0$$

$$R_{P'V} = \frac{1652,072}{4,0}$$

$$R_{P'V} = 413,018 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body P'O'**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{O'P} = 212,911 \text{ kNm}$$

$$M_{P'O'} = -151,397 \text{ kNm}$$

$$P8' = 354,878 \text{ kN}$$

$$P7' = 391,838 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,5 = 800,03 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_O = 0$$

$$R_{P'V} \cdot L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{P'O'} + M_{O'P} - P8' \cdot L = 0$$

$$R_{P'V} \cdot 5,5 - 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 151,397 + 212,911 - 354,878 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{P'V} \cdot 5,5 - 4090,398 = 0$$

$$R_{P'V} = \frac{4090,398}{5,5}$$

$$R_{P'V} = 743,709 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{P'} = 0$$

$$-R_{O'V} \cdot L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{P'O'} + M_{O'P} + P7' \cdot L = 0$$

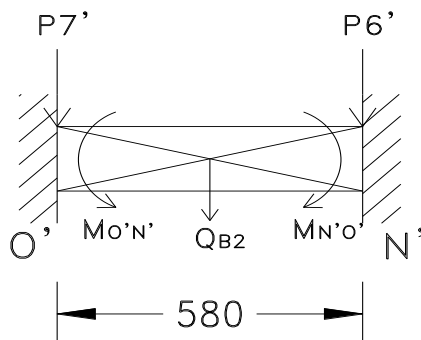
$$-R_{O'V} \cdot 5,5 + 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 151,397 + 212,911 + 391,838 \cdot 5,5 = 0$$

$$-R_{O'V} \cdot 5,5 + 4416,706 = 0$$

$$R_{O'V} = \frac{4416,706}{5,5}$$

$$R_{O'V} = 803,037 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body O'N'**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{O'N'} = -236,769 \text{ kNm}$$

$$M_{N'O'} = 129,533 \text{ kNm}$$

$$P7' = 391,838 \text{ kN}$$

$$P6' = 333,438 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,80 = 843,668 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{N'} = 0$$

$$R_{O'V} \cdot L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{O'N'} + M_{N'O'} - P7' \cdot L = 0$$

$$R_{O'V} \cdot 5,8 - 843,668 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 236,769 + 129,533 - 391,838 \cdot 5,8 = 0$$

$$R_{O'V} \cdot 5,8 - 4826,534 = 0$$

$$R_{O'V} = \frac{4826,534}{5,8}$$

$$R_{O'V} = 832,161 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{O'} = 0$$

$$-R_{N'V} \cdot L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{O'N'} + M_{N'O'} + P6' \cdot L = 0$$

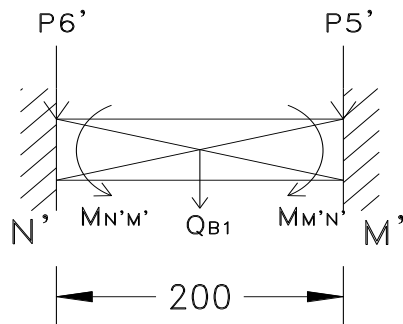
$$-R_{N'V} \cdot 5,8 + 843,668 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 236,769 + 129,533 + 333,438 \cdot 5,8 = 0$$

$$-R_{N'V} \cdot 5,8 + 4273,342 = 0$$

$$R_{N'V} = \frac{4273,342}{5,8}$$

$$R_{N'V} = 736,783 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body N'M'**



$$q_{B1} = 29,07 \text{ kN/m}$$

$$M_{N'M'} = -29,965 \text{ kNm}$$

$$M_{M'N'} = 5,771 \text{ kNm}$$

$$P6' = 333,438 \text{ kN}$$

$$P5' = 121,86 \text{ kN}$$

$$Q_{B1} = q_{B1} \cdot L = 29,07 \cdot 2,0 = 58,14 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{M'} = 0$$

$$R_{N'V} \cdot L - Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{N'M'} + M_{M'N'} - P6' \cdot L = 0$$

$$R_{N'V} \cdot 2,0 - 58,14 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 29,965 + 5,771 - 333,438 \cdot 2,0 = 0$$

$$R_{N'V} \cdot 2,0 - 749,21 = 0$$

$$R_{N'V} = \frac{749,21}{2,0}$$

$$R_{N'V} = 374,605 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{N'} = 0$$

$$-R_{M'V} \cdot L + Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{N'M'} + M_{M'N'} + P5' \cdot L = 0$$

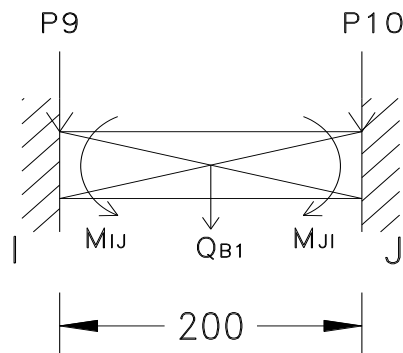
$$-R_{M'V} \cdot 2,0 + 58,14 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 29,965 + 5,771 + 121,86 \cdot 2,0 = 0$$

$$-R_{M'V} \cdot 2,0 + 277,666 = 0$$

$$R_{M'V} = \frac{277,666}{2,0}$$

$$R_{M'V} = 138,833 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body IJ**



$$q_{B1} = 29,07 \text{ kN/m}$$

$$M_{IJ} = -5,771 \text{ kNm}$$

$$M_{JK} = 29,965 \text{ kNm}$$

$$P9 = 230,22 \text{ kN}$$

$$P10 = 609,758 \text{ kN}$$

$$Q_{B1} = q_{B1} \cdot L = 29,07 \cdot 2,0 = 58,14 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_J = 0$$

$$R_{IV} \cdot L - Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{IJ} + M_{JI} - P9 \cdot L = 0$$

$$R_{IV} \cdot 2,0 - 58,14 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 5,771 + 29,965 - 230,22 \cdot 2,0 = 0$$

$$R_{IV} \cdot 2,0 - 494,386 = 0$$

$$R_{IV} = \frac{494,386}{2,0}$$

$$R_{IV} = 247,193 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_I = 0$$

$$-R_{JV} \cdot L + Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{IJ} + M_{JI} + P10 \cdot L = 0$$

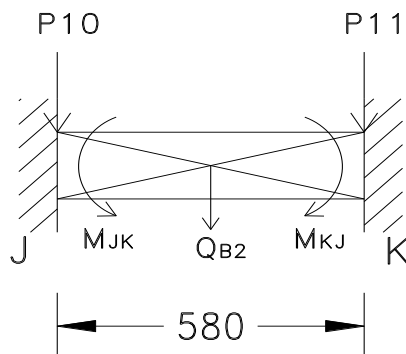
$$-R_{JV} \cdot 2,0 + 58,14 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 5,771 + 29,965 + 609,758 \cdot 2,0 = 0$$

$$-R_{JV} \cdot 2,0 + 1301,85 = 0$$

$$R_{JV} = \frac{1301,85}{2,0}$$

$$R_{JV} = 650,925 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body JK**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{JK} = -129,533 \text{ kNm}$$

$$M_{KJ} = 236,769 \text{ kNm}$$

$$P_{10} = 609,758 \text{ kN}$$

$$P_{11} = 718,158 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,80 = 843,668 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_K = 0$$

$$R_{JV} \cdot L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{JK} + M_{KJ} - P_{10} \cdot L = 0$$

$$R_{JV} \cdot 5,8 - 843,668 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 129,533 + 236,769 - 609,758 \cdot 5,8 = 0$$

$$R_{JV} \cdot 5,8 - 5875,998 = 0$$

$$R_{JV} = \frac{5875,998}{5,8}$$

$$R_{JV} = 1013,103 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_J = 0$$

$$-R_{KV} \cdot L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{JK} + M_{KJ} + P_{11} \cdot L = 0$$

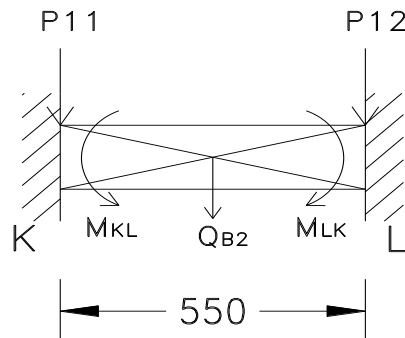
$$-R_{KV} \cdot 5,8 + 843,668 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 129,533 + 236,769 + 718,158 \cdot 5,8 = 0$$

$$-R_{KV} \cdot 5,8 + 6719,190 = 0$$

$$R_{KV} = \frac{6719,190}{5,8}$$

$$R_{KV} = 1158,481 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body KL**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{KL} = -212,911 \text{ kNm}$$

$$M_{LK} = 151,397 \text{ kNm}$$

$$P11 = 718,158 \text{ kN}$$

$$P12 = 650,958 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,5 = 800,03 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_L = 0$$

$$R_{KV} \cdot L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{KL} + M_{LK} - P11 \cdot L = 0$$

$$R_{KV} \cdot 5,5 - 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 212,911 + 151,397 - 718,158 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{KV} \cdot 5,5 - 6211,465 = 0$$

$$R_{KV} = \frac{6211,465}{5,5}$$

$$R_{KV} = 1129,357 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_K = 0$$

$$-R_{LV} \cdot L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{KL} + M_{LK} + P12 \cdot L = 0$$

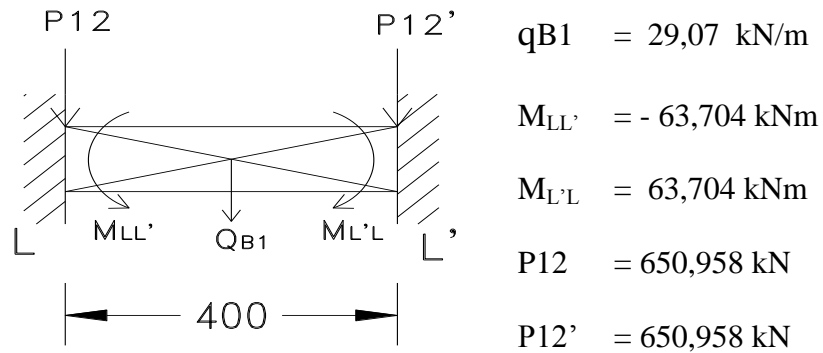
$$-R_{LV} \cdot 5,5 + 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 212,911 + 151,397 + 650,958 \cdot 5,5 = 0$$

$$-R_{LV} \cdot 5,5 + 5718,837 = 0$$

$$R_{LV} = \frac{5718,837}{5,5}$$

$$R_{LV} = 1039,788 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body LL'**



$$Q_{B1} = q_{B1} \cdot L = 29,07 \cdot 4,0 = 116,28 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{L'} = 0$$

$$R_{LV} \cdot L - Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{LL'} + M_{L'L} - P_{12} \cdot L = 0$$

$$R_{LV} \cdot 4,0 - 116,28 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4,0 - 63,704 + 63,704 - 650,958 \cdot 4,0 = 0$$

$$R_{LV} \cdot 4,0 - 2836,392 = 0$$

$$R_{LV} = \frac{2836,392}{4,0}$$

$$R_{LV} = 709,098 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_L = 0$$

$$-R_{L'V} \cdot L + Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{LL'} + M_{L'L} + P_{12'} \cdot L = 0$$

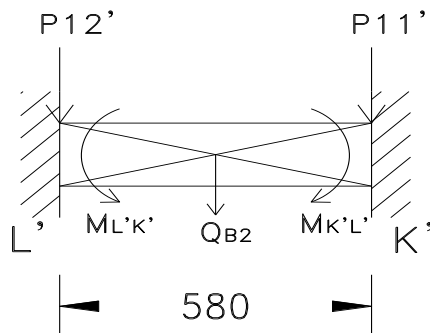
$$-R_{L'V} \cdot 4,0 + 116,28 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4,0 - 63,704 + 63,704 + 650,958 \cdot 4,0 = 0$$

$$-R_{L'V} \cdot 4,0 + 2836,392 = 0$$

$$R_{L'V} = \frac{2836,392}{4,0}$$

$$R_{L'V} = 709,098 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body L'K'**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{K'L} = 212,911 \text{ kNm}$$

$$M_{L'K'} = -151,397 \text{ kNm}$$

$$P_{12'} = 650,958 \text{ kN}$$

$$P_{11'} = 718,158 \text{ kN}$$

$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,5 = 800,03 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{K'} = 0$$

$$R_{L'V} \cdot L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{L'K'} + M_{K'L} - P_{12'} \cdot L = 0$$

$$R_{L'V} \cdot 5,5 - 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 151,397 + 212,911 - 650,958 \cdot 5,5 = 0$$

$$R_{L'V} \cdot 5,5 - 5718,837 = 0$$

$$R_{L'V} = \frac{5718,837}{5,5}$$

$$R_{L'V} = 1039,788 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{L'} = 0$$

$$-R_{K'V} \cdot L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{K'L} + M_{L'K'} + P_{11'} \cdot L = 0$$

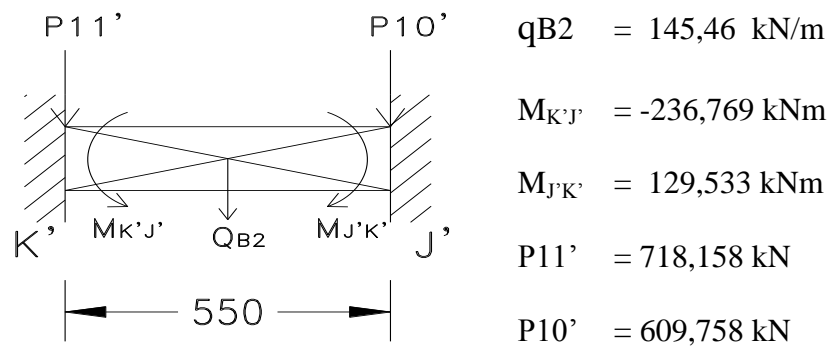
$$-R_{K'V} \cdot 5,5 + 800,03 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,5 - 151,397 + 212,911 + 718,158 \cdot 5,5 = 0$$

$$-R_{K'V} \cdot 5,5 + 6211,465 = 0$$

$$R_{K'V} = \frac{6211,465}{5,5}$$

$$R_{K'V} = 1129,357 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body K'J'**



$$Q_{B2} = q_{B2} \cdot L = 145,46 \cdot 5,80 = 843,668 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{J'} = 0$$

$$R_{K'V} \cdot L - Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{K'J'} + M_{J'K'} - P_{11'} \cdot L = 0$$

$$R_{K'V} \cdot 5,8 - 843,668 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 236,769 + 129,533 - 718,158 \cdot 5,8 = 0$$

$$R_{K'V} \cdot 5,8 - 6719,190 = 0$$

$$R_{K'V} = \frac{6719,190}{5,8}$$

$$R_{K'V} = 1158,481 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{K'} = 0$$

$$-R_{J'V} \cdot L + Q_{B2} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{J'K'} + M_{K'J'} + P_{10'} \cdot L = 0$$

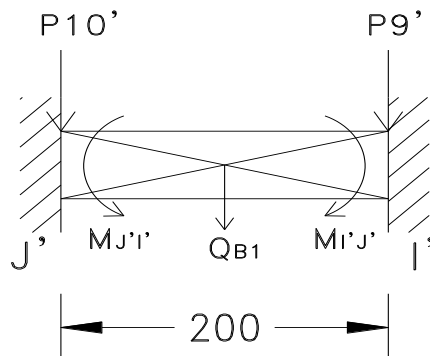
$$-R_{J'V} \cdot 5,8 + 843,668 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,8 - 236,769 + 129,533 + 609,758 \cdot 5,8 = 0$$

$$-R_{J'V} \cdot 5,8 + 5875,998 = 0$$

$$R_{J'V} = \frac{5875,998}{5,8}$$

$$R_{J'V} = 1013,103 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body J'I'**



$$q_{B1} = 29,07 \text{ kN/m}$$

$$M_{J'I'} = -29,965 \text{ kNm}$$

$$M_{I'J'} = 5,771 \text{ kNm}$$

$$P_{10'} = 609,758 \text{ kN}$$

$$P_{9'} = 230,22 \text{ kN}$$

$$Q_{B1} = q_{B1} \cdot L = 29,07 \cdot 2,0 = 58,14 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{I'} = 0$$

$$R_{J'V} \cdot L - Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{J'I'} + M_{I'J'} - P_{10'} \cdot L = 0$$

$$R_{J'V} \cdot 2,0 - 58,14 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 29,965 + 5,771 - 609,758 \cdot 2,0 = 0$$

$$R_{J'V} \cdot 2,0 - 1301,85 = 0$$

$$R_{J'V} = \frac{1301,85}{2,0}$$

$$R_{J'V} = 650,925 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{J'} = 0$$

$$-R_{I'V} \cdot L + Q_{B1} \cdot \frac{1}{2} \cdot L + M_{N'M'} + M_{M'N'} + P_{9'} \cdot L = 0$$

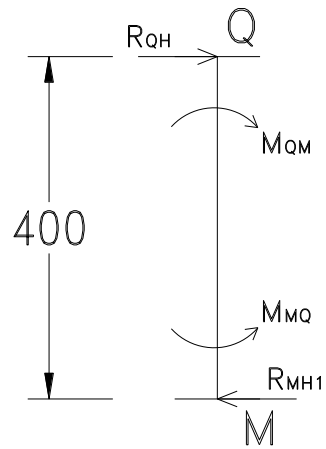
$$-R_{I'V} \cdot 2,0 + 58,14 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,0 - 29,965 + 5,771 + 230,22 \cdot 2,0 = 0$$

$$-R_{I'V} \cdot 2,0 + 494,386 = 0$$

$$R_{I'V} = \frac{494,386}{2,0}$$

$$R_{I'V} = 247,193 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body QM**



$$M_{QM} = 0,035 \text{ kNm}$$

$$M_{MQ} = -2,593 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_M = 0$$

$$R_{QH} \cdot L + M_{QM} + M_{MQ} = 0$$

$$R_{QH} \cdot 4,0 + 0,035 - 2,593 = 0$$

$$R_{QH} \cdot 4,0 - 2,558 = 0$$

$$R_{QH} = \frac{2,558}{4,0}$$

$$R_{QH} = 0,640 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_Q = 0$$

$$-R_{MH1} \cdot L + M_{QM} + M_{MQ} = 0$$

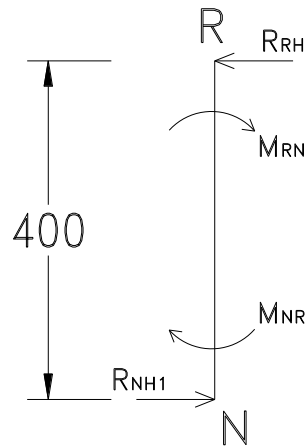
$$-R_{MH1} \cdot 4,0 + 0,035 - 2,593 = 0$$

$$-R_{MH1} \cdot 4,0 - 2,558 = 0$$

$$R_{MH1} = \frac{2,558}{-4,0}$$

$$R_{MH1} = -0,640 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body RN**



$$M_{RN} = 0,310 \text{ kNm}$$

$$M_{NR} = 77,217 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_N = 0$$

$$R_{RH} \cdot L + M_{RN} + M_{NR} = 0$$

$$R_{RH} \cdot 4,0 + 0,310 + 77,217 = 0$$

$$R_{RH} \cdot 4,0 + 77,527 = 0$$

$$R_{RH} = \frac{-77,527}{4,0}$$

$$R_{RH} = -19,382 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_R = 0$$

$$-R_{NH1} \cdot L + M_{RN} + M_{NR} = 0$$

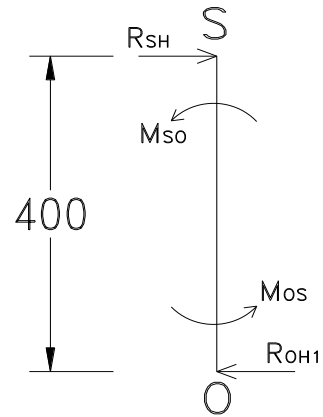
$$-R_{NH1} \cdot 4,0 + 0,310 + 77,217 = 0$$

$$-R_{NH1} \cdot 4,0 + 77,527 = 0$$

$$R_{NH1} = \frac{-77,527}{-4,0}$$

$$R_{NH1} = 19,382 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body SO**



$$M_{SO} = -0,142 \text{ kNm}$$

$$M_{OS} = -18,132 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_O = 0$$

$$R_{SH} \cdot L + M_{SO} + M_{OS} = 0$$

$$R_{SH} \cdot 4,0 - 0,142 - 18,132 = 0$$

$$R_{SH} \cdot 4,0 - 18,274 = 0$$

$$R_{SH} = \frac{18,274}{4,0}$$

$$R_{SH} = 4,569 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_S = 0$$

$$-R_{OH1} \cdot L + M_{SO} + M_{OS} = 0$$

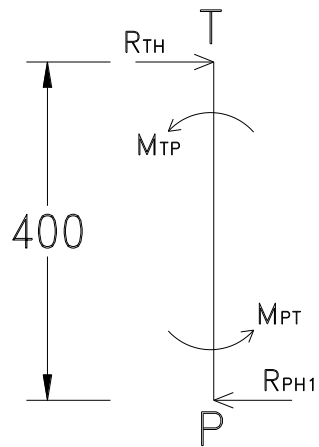
$$-R_{OH1} \cdot 4,0 - 0,142 - 18,132 = 0$$

$$-R_{OH1} \cdot 4,0 - 18,274 = 0$$

$$R_{OH1} = \frac{18,274}{-4,0}$$

$$R_{OH1} = -4,569 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body TP**



$$M_{TP} = -0,149 \text{ kNm}$$

$$M_{PT} = -80,068 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_P = 0$$

$$R_{TH} \cdot L + M_{TP} + M_{PT} = 0$$

$$R_{TH} \cdot 4,0 - 0,149 - 80,068 = 0$$

$$R_{TH} \cdot 4,0 - 80,217 = 0$$

$$R_{TH} = \frac{80,217}{4,0}$$

$$R_{TH} = 20,054 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_T = 0$$

$$-R_{PH1} \cdot L + M_{TP} + M_{PT} = 0$$

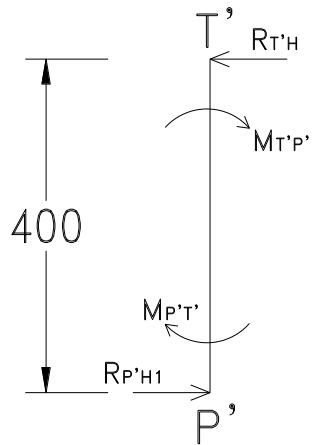
$$-R_{PH1} \cdot 4,0 - 0,149 - 80,068 = 0$$

$$-R_{PH1} \cdot 4,0 - 80,217 = 0$$

$$R_{PH1} = \frac{80,217}{-4,0}$$

$$R_{PH1} = -20,054 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body T'P'**



$$M_{T'P'} = 0,149 \text{ kNm}$$

$$M_{P'T'} = 80,068 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{P'} = 0$$

$$R_{T'H} \cdot L + M_{T'P'} + M_{P'T'} = 0$$

$$R_{T'H} \cdot 4,0 + 0,149 + 80,068 = 0$$

$$R_{T'H} \cdot 4,0 + 80,217 = 0$$

$$R_{T'H} = \frac{-80,217}{4,0}$$

$$R_{T'H} = -20,054 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{T'} = 0$$

$$-R_{P'H1} \cdot L + M_{T'P'} + M_{P'T'} = 0$$

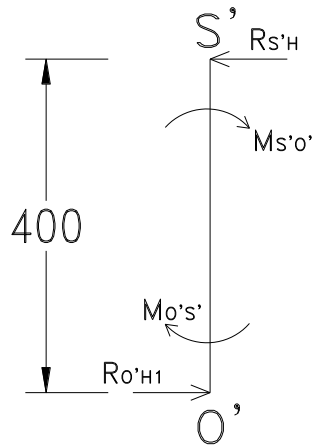
$$-R_{P'H1} \cdot 4,0 + 0,149 + 80,068 = 0$$

$$-R_{P'H1} \cdot 4,0 + 80,217 = 0$$

$$R_{P'H1} = \frac{-80,217}{-4,0}$$

$$R_{P'H1} = 20,054 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body S'O'**



$$M_{S'O'} = 0,142 \text{ kNm}$$

$$M_{O'S'} = 18,132 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{O'} = 0$$

$$R_{S'H} \cdot L + M_{S'O'} + M_{O'S'} = 0$$

$$R_{S'H} \cdot 4,0 + 0,142 + 18,132 = 0$$

$$R_{S'H} \cdot 4,0 + 18,274 = 0$$

$$R_{S'H} = \frac{-18,274}{4,0}$$

$$R_{S'H} = -4,569 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{S'} = 0$$

$$-R_{O'H1} \cdot L + M_{S'O'} + M_{O'S'} = 0$$

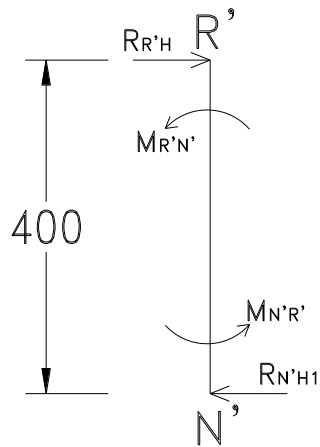
$$-R_{O'H1} \cdot 4,0 + 0,142 + 18,132 = 0$$

$$-R_{O'H1} \cdot 4,0 + 18,274 = 0$$

$$R_{O'H1} = \frac{-18,274}{-4,0}$$

$$R_{O'H1} = 4,569 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body R'N'**



$$M_{R'N'} = -0,310 \text{ kNm}$$

$$M_{N'R'} = -77,217 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{N'} = 0$$

$$R_{R'H} \cdot L + M_{R'N'} + M_{N'R'} = 0$$

$$R_{R'H} \cdot 4,0 - 0,310 - 77,217 = 0$$

$$R_{R'H} \cdot 4,0 - 77,527 = 0$$

$$R_{R'H} = \frac{77,527}{4,0}$$

$$R_{R'H} = 19,382 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{R'} = 0$$

$$-R_{N'H1} \cdot L + M_{R'N'} + M_{N'R'} = 0$$

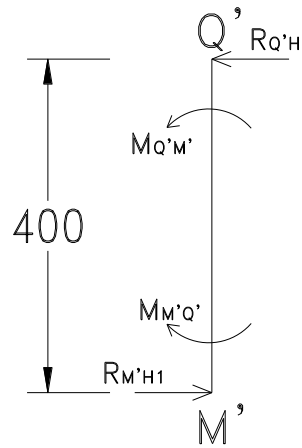
$$-R_{N'H1} \cdot 4,0 - 0,310 - 77,217 = 0$$

$$-R_{N'H1} \cdot 4,0 - 77,527 = 0$$

$$R_{N'H1} = \frac{77,527}{-4,0}$$

$$R_{N'H1} = -19,382 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body Q'M'**



$$M_{Q'M'} = -0,035 \text{ kNm}$$

$$M_{M'Q'} = 2,593 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{M'} = 0$$

$$R_{Q'H} \cdot L + M_{Q'M'} + M_{M'Q'} = 0$$

$$R_{Q'H} \cdot 4,0 - 0,035 + 2,593 = 0$$

$$R_{Q'H} \cdot 4,0 + 2,558 = 0$$

$$R_{Q'H} = \frac{-2,558}{4,0}$$

$$R_{Q'H} = -0,640 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{Q'} = 0$$

$$-R_{M'H1} \cdot L + M_{Q'M'} + M_{M'Q'} = 0$$

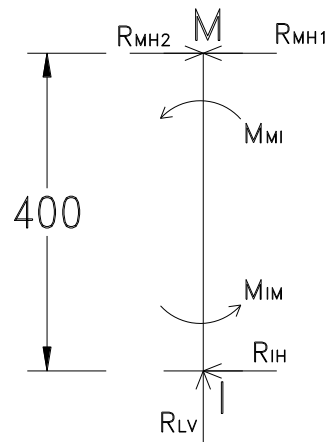
$$-R_{M'H1} \cdot 4,0 - 0,035 + 2,598 = 0$$

$$-R_{M'H1} \cdot 4,0 + 2,558 = 0$$

$$R_{M'H1} = \frac{-2,558}{-4,0}$$

$$R_{M'H1} = 0,640 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body MI = IE**



$$M_{MI} = -3,178 \text{ kNm}$$

$$M_{IM} = -2,593 \text{ kNm}$$

$$R_{MH1} = -0,640 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_I = 0$$

$$R_{MH1} \cdot L + R_{MH2} \cdot L + M_{MI} + M_{IM} = 0$$

$$(-0,640) \cdot 4,0 + R_{MH2} \cdot 4,0 - 3,178 - 2,593 = 0$$

$$R_{MH2} \cdot 4,0 - 8,331 = 0$$

$$R_{MH2} = \frac{8,331}{4,0}$$

$$R_{MH2} = 2,083 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_M = 0$$

$$-R_{IH} \cdot L + M_{MI} + M_{IM} = 0$$

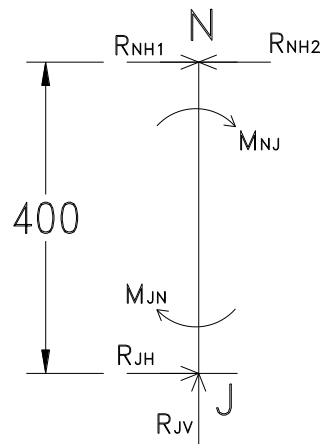
$$-R_{IH} \cdot 4,0 - 3,178 - 2,593 = 0$$

$$-R_{IH} \cdot 4,0 - 8,331 = 0$$

$$R_{IH} = \frac{-8,331}{-4,0}$$

$$R_{IH} = -2,083 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body NJ = JF**



$$M_{NJ} = 22,352 \text{ kNm}$$

$$M_{JN} = 77,217 \text{ kNm}$$

$$R_{NH1} = 19,382 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_J = 0$$

$$R_{NH1} \cdot L + R_{NH2} \cdot L + M_{NJ} + M_{JN} = 0$$

$$19,382 \cdot 4,0 + R_{NH2} \cdot 4,0 + 22,352 + 77,217 = 0$$

$$R_{NH2} \cdot 4,0 + 177,097 = 0$$

$$R_{NH2} = \frac{-177,097}{4,0}$$

$$R_{NH2} = -44,274 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_N = 0$$

$$-R_{JH} \cdot L + M_{NJ} + M_{JN} = 0$$

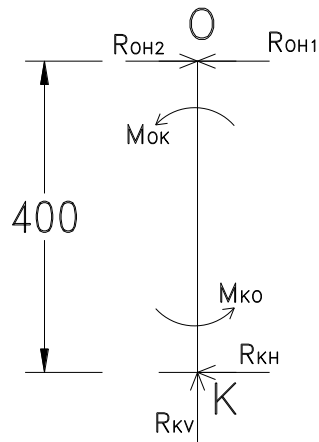
$$-R_{JH} \cdot 4,0 + 22,352 + 77,217 = 0$$

$$-R_{JH} \cdot 4,0 + 99,569 = 0$$

$$R_{JH} = \frac{-99,569}{-4,0}$$

$$R_{JH} = 24,892 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body OK = KG**



$$M_{OK} = -5,726 \text{ kNm}$$

$$M_{KO} = -18,132 \text{ kNm}$$

$$R_{OH1} = -4,569 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_K = 0$$

$$R_{OH1} \cdot L + R_{OH2} \cdot L + M_{OK} + M_{KO} = 0$$

$$(-4,569) \cdot 4,0 + R_{OH2} \cdot 4,0 - 5,726 - 18,132 = 0$$

$$R_{OH2} \cdot 4,0 - 42,134 = 0$$

$$R_{OH2} = \frac{42,134}{4,0}$$

$$R_{OH2} = 10,534 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_O = 0$$

$$-R_{KH} \cdot L + M_{OK} + M_{KO} = 0$$

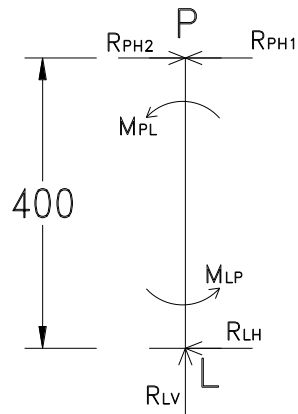
$$-R_{KH} \cdot 4,0 - 5,726 - 18,132 = 0$$

$$-R_{KH} \cdot 4,0 - 23,858 = 0$$

$$R_{KH} = \frac{23,858}{-4,0}$$

$$R_{KH} = -5,965 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body PL = LH**



$$M_{PL} = -7,626 \text{ kNm}$$

$$M_{LP} = -80,068 \text{ kNm}$$

$$R_{PH1} = -20,054 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_L = 0$$

$$R_{PH1} \cdot L + R_{PH2} \cdot L + M_{PL} + M_{LP} = 0$$

$$(-20,054) \cdot 4,0 + R_{PH2} \cdot 4,0 - 7,626 - 80,068 = 0$$

$$R_{PH2} \cdot 4,0 - 167,91 = 0$$

$$R_{PH2} = \frac{167,91}{4,0}$$

$$R_{PH2} = 41,978 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_P = 0$$

$$-R_{LH} \cdot L + M_{PL} + M_{LP} = 0$$

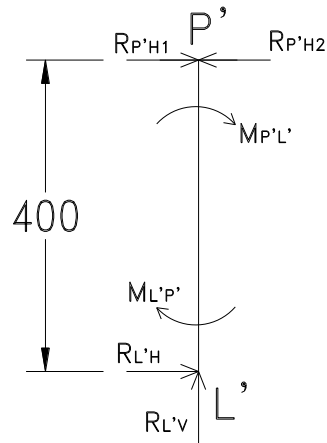
$$-R_{LH} \cdot 4,0 - 7,626 - 80,068 = 0$$

$$-R_{LH} \cdot 4,0 - 87,694 = 0$$

$$R_{LH} = \frac{87,694}{-4,0}$$

$$R_{LH} = -21,924 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body P'L' = L'H'**



$$M_{P'L'} = 7,626 \text{ kNm}$$

$$M_{L'P'} = 80,068 \text{ kNm}$$

$$R_{P'H1} = 20,054 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{L'} = 0$$

$$R_{P'H1} \cdot L + R_{P'H2} \cdot L + M_{P'L'} + M_{L'P'} = 0$$

$$20,054 \cdot 4,0 + R_{P'H2} \cdot 4,0 + 7,626 + 80,068 = 0$$

$$R_{P'H2} \cdot 4,0 + 167,91 = 0$$

$$R_{P'H2} = \frac{-167,91}{4,0}$$

$$R_{P'H2} = -41,978 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_P = 0$$

$$-R_{L'H} \cdot L + M_{P'L'} + M_{L'P'} = 0$$

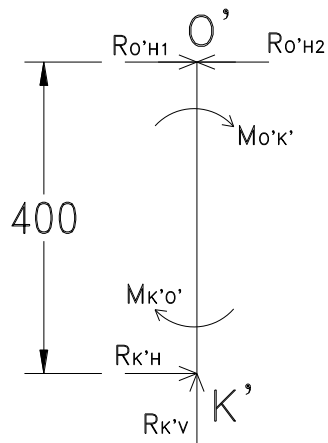
$$-R_{L'H} \cdot 4,0 + 7,626 + 80,068 = 0$$

$$-R_{L'H} \cdot 4,0 + 87,694 = 0$$

$$R_{L'H} = \frac{-87,694}{-4,0}$$

$$R_{L'H} = 21,924 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body O'K' = K'G'**



$$M_{O'K'} = 5,726 \text{ kNm}$$

$$M_{K'O'} = 18,132 \text{ kNm}$$

$$R_{O'H1} = 4,569 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{K'} = 0$$

$$R_{O'H1} \cdot L + R_{O'H2} \cdot L + M_{O'K'} + M_{K'O'} = 0$$

$$4,569 \cdot 4,0 + R_{O'H2} \cdot 4,0 + 5,726 + 18,132 = 0$$

$$R_{O'H2} \cdot 4,0 + 42,134 = 0$$

$$R_{O'H2} = \frac{-42,134}{4,0}$$

$$R_{O'H2} = -10,534 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{O'} = 0$$

$$-R_{K'H} \cdot L + M_{O'K'} + M_{K'O'} = 0$$

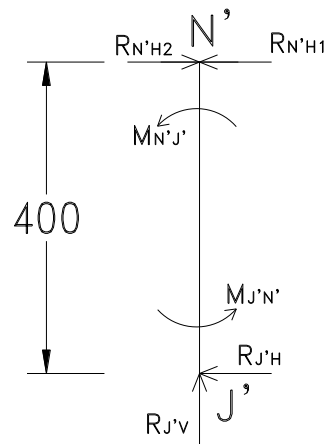
$$-R_{K'H} \cdot 4,0 + 5,726 + 18,132 = 0$$

$$-R_{K'H} \cdot 4,0 + 23,858 = 0$$

$$R_{K'H} = \frac{-23,858}{-4,0}$$

$$R_{K'H} = 5,965 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body N'J' = J'F'**



$$M_{N'J'} = -22,352 \text{ kNm}$$

$$M_{J'N'} = -77,217 \text{ kNm}$$

$$R_{N'H1} = -19,382 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{J'} = 0$$

$$R_{N'H1} \cdot L + R_{N'H2} \cdot L + M_{N'J'} + M_{J'N'} = 0$$

$$(-19,382) \cdot 4,0 + R_{N'H2} \cdot 4,0 - 22,352 - 77,217 = 0$$

$$R_{N'H2} \cdot 4,0 - 177,097 = 0$$

$$R_{N'H2} = \frac{177,097}{4,0}$$

$$R_{N'H2} = 44,274 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{N'} = 0$$

$$-R_{J'H} \cdot L + M_{N'J'} + M_{J'N'} = 0$$

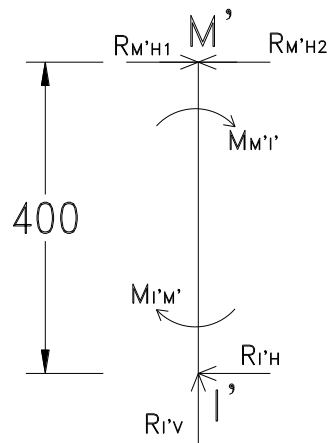
$$-R_{J'H} \cdot 4,0 - 22,352 - 77,217 = 0$$

$$-R_{J'H} \cdot 4,0 - 99,569 = 0$$

$$R_{J'H} = \frac{99,569}{-4,0}$$

$$R_{J'H} = -24,892 \text{ kN}$$

⇒ **Free Body M'I' = I'E'**



$$M_{M'I'} = 3,178 \text{ kNm}$$

$$M_{I'M'} = 2,593 \text{ kNm}$$

$$R_{M'H1} = 0,640 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{I'} = 0$$

$$R_{M'H1} \cdot L + R_{M'H2} \cdot L + M_{M'I'} + M_{I'M'} = 0$$

$$0,640 \cdot 4,0 + R_{M'H2} \cdot 4,0 + 3,178 + 2,593 = 0$$

$$R_{M'H2} \cdot 4,0 + 8,331 = 0$$

$$R_{M'H2} = \frac{-8,331}{4,0}$$

$$R_{M'H2} = -2,083 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{M'} = 0$$

$$-R_{I'H} \cdot L + M_{M'I'} + M_{I'M'} = 0$$

$$-R_{I'H} \cdot 4,0 + 3,178 + 2,593 = 0$$

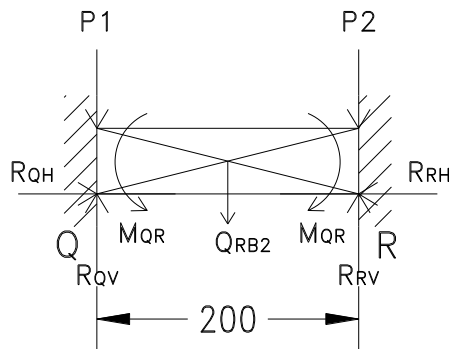
$$-R_{I'H} \cdot 4,0 + 8,331 = 0$$

$$R_{I'H} = \frac{+8,331}{-4,0}$$

$$R_{I'H} = 2,083 \text{ kN}$$

B. Bidang Momen (M), Gaya Lintang (D), dan Gaya Normal (N)

⇒ Batang QR



$$q_{RB2} = 1,80 \text{ kN/m}$$

$$M_{QR} = -0,035 \text{ kNm}$$

$$M_{RQ} = 0,735 \text{ kNm}$$

$$P1 = 13,50 \text{ kN}$$

$$P2 = 64,798 \text{ kN}$$

$$R_{QH} = 0,640 \text{ kN}$$

$$R_{QV} = 14,95 \text{ kN}$$

$$R_{RH} = -19,382 \text{ kN}$$

$$R_{RV} = 66,948 \text{ kN}$$

$$M_{maks} = R_{QV} \cdot x - P1 \cdot x - \frac{1}{2} q_{RB2} \cdot x^2 - M_{QR}$$

$$= 14,95 \cdot x - 13,50 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 1,80 \cdot x^2 - (-0,035)$$

$$= -0,9 \cdot x^2 + 1,45 \cdot x + 0,035$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$D_x = R_{QV} - P1 - q_{RB2} \cdot x$$

$$= 14,95 - 13,50 - 1,8 \cdot x$$

$$1,8 \cdot x = 1,45$$

$$x = 0,806 \text{ m}$$

$$M_{maks} = -0,9 \cdot x^2 + 1,45 \cdot x + 0,035$$

$$= -0,9 \cdot (0,806)^2 + 1,45 \cdot (0,806) + 0,035$$

$$= 0,619 \text{ kNm} \dots\dots\dots (M_{lap})$$

$$D_x = R_{QV} - P1 - q_{RB2} \cdot x \quad (0 \leq x \leq 2,0)$$

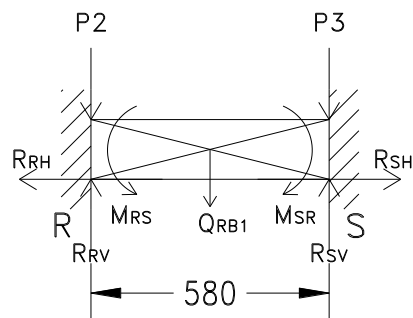
$$D_x = 14,95 - 13,50 - 1,8 \cdot x$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 1,45 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{\text{tump}})$$

$$x = 2,0 \rightarrow D_x = -2,15 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{\text{lap}})$$

$$N_{QR} = R_{QH} = 0,640 \text{ kN}$$

⇒ **Batang RS**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{RS} = -1,405 \text{ kNm}$$

$$M_{SR} = 4,417 \text{ kNm}$$

$$P2 = 64,798 \text{ kN}$$

$$P3 = 73,198 \text{ kN}$$

$$R_{RH} = -19,382 \text{ kN}$$

$$R_{RV} = 71,239 \text{ kN}$$

$$R_{SH} = 4,569 \text{ kN}$$

$$R_{SV} = 80,677 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{RV} \cdot x - P2 \cdot x - \frac{1}{2} q_{RB1} \cdot x^2 - M_{RS} \\ &= 71,239 \cdot x - 64,798 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 2,40 \cdot x^2 - (-1,405) \\ &= -1,2 \cdot x^2 + 6,441 \cdot x + 1,405 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $D_x = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{RV} - P2 - q_{RB1} \cdot x \\ &= 71,239 - 64,798 - 2,4 \cdot x \end{aligned}$$

$$2,4 \cdot x = 6,441$$

$$x = 2,684 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{maks} &= -1,2 \cdot x^2 + 6,441 \cdot x + 1,405 \\
 &= -1,2 \cdot (2,684)^2 + 6,441 \cdot (2,684) + 1,405 \\
 &= 10,048 \text{ kNm} \dots\dots\dots (M_{lap})
 \end{aligned}$$

$$D_x = R_{RV} - P2 - q_{RB1} \cdot x \quad (0 \leq x \leq 5,80)$$

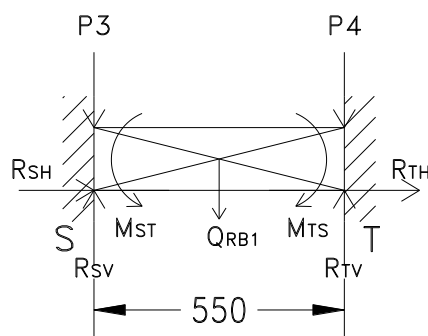
$$D_x = 71,239 - 64,798 - 2,4 \cdot x$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 6,441 \text{ kN} \dots\dots\dots (D_{tump})$$

$$x = 5,80 \rightarrow D_x = -7,479 \text{ kN} \dots\dots\dots (D_{lap})$$

$$N_{RS} = R_{RH} = -19,382 \text{ kN}$$

⇒ **Batang ST**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{ST} = -4,275 \text{ kNm}$$

$$M_{TS} = 2,224 \text{ kNm}$$

$$P3 = 73,198 \text{ kN}$$

$$P4 = 66,478 \text{ kN}$$

$$R_{SH} = 4,569 \text{ kN}$$

$$R_{SV} = 80,171 \text{ kN}$$

$$R_{TH} = 20,054 \text{ kN}$$

$$R_{TV} = 72,705 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 M_{maks} &= R_{SV} \cdot x - P3 \cdot x - \frac{1}{2} q_{RB1} \cdot x^2 - M_{ST} \\
 &= 80,171 \cdot x - 73,198 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 2,40 \cdot x^2 - (-4,275) \\
 &= -1,2 \cdot x^2 + 6,973 \cdot x + 4,275
 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $D_x = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{SV} - P_3 - q_{RB1} \cdot x \\ &= 80,171 - 73,198 - 2,4 \cdot x \end{aligned}$$

$$2,4 \cdot x = 6,973$$

$$x = 2,905 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= -1,2 \cdot x^2 + 6,973 \cdot x + 4,275 \\ &= -1,2 \cdot (2,905)^2 + 6,973 \cdot (2,905) + 4,275 \\ &= 14,405 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap}) \end{aligned}$$

$$D_x = R_{SV} - P_3 - q_{RB1} \cdot x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

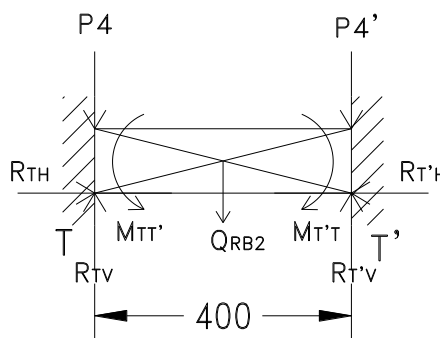
$$D_x = 80,171 - 73,198 - 2,4 \cdot x$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 6,973 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{tump})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = -6,227 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{lap})$$

$$N_{ST} = R_{SH} = 4,569 \text{ kN}$$

⇒ **Batang TT'**



$$q_{RB2} = 1,80 \text{ kN/m}$$

$$M_{TT'} = -2,075 \text{ kNm}$$

$$M_{T'T} = 2,075 \text{ kNm}$$

$$P_4 = 66,478 \text{ kN}$$

$$P_4' = 66,478 \text{ kN}$$

$$R_{TV} = 70,078 \text{ kN}$$

$$R_{T'V} = 70,078 \text{ kN}$$

$$R_{TH} = 20,054 \text{ kN}$$

$$R_{T'H} = -20,054 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
M_{maks} &= R_{TV} \cdot x - P_4 \cdot x - \frac{1}{2} q_{RB2} \cdot x^2 - M_{TT'} \\
&= 70,078 \cdot x - 66,478 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 1,80 \cdot x^2 - (-2,075) \\
&= -0,9 \cdot x^2 + 3,6 \cdot x + 2,075
\end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $D_x = 0$,

$$\begin{aligned}
D_x &= R_{TV} - P_4 - q_{RB2} \cdot x \\
&= 70,078 - 66,478 - 1,8 \cdot x \\
1,8 \cdot x &= 3,6 \\
x &= 2,0 \text{ m} \\
M_{maks} &= -0,9 \cdot x^2 + 3,6 \cdot x + 2,075 \\
&= -0,9 \cdot (2,0)^2 + 3,6 \cdot (2,0) + 2,075 \\
&= 5,675 \text{ kNm} \dots\dots\dots(\mathbf{M_{lap}})
\end{aligned}$$

$$D_x = R_{TV} - P_4 - q_{RB2} \cdot x \quad (0 \leq x \leq 4,0)$$

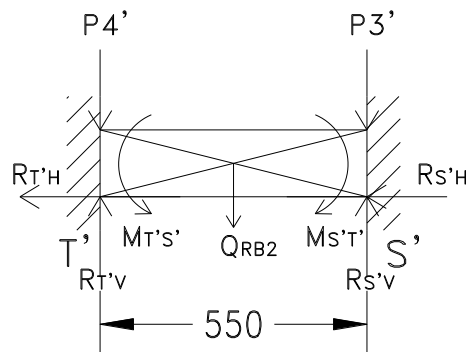
$$D_x = 70,078 - 66,478 - 1,8 \cdot x$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 3,6 \text{ kN} \dots\dots\dots(\mathbf{D_{tump}})$$

$$x = 4,0 \rightarrow D_x = -3,6 \text{ kN} \dots\dots\dots(\mathbf{D_{lap}})$$

$$N_{TT'} = R_{TH} = 20,054 \text{ kN}$$

⇒ **Batang T'S'**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{S'T'} = 4,275 \text{ kNm}$$

$$M_{T'S'} = -2,224 \text{ kNm}$$

$$P3' = 73,198 \text{ kN}$$

$$P4' = 66,478 \text{ kN}$$

$$R_{T'H} = -20,054 \text{ kN}$$

$$R_{T'V} = 72,705 \text{ kN}$$

$$R_{S'H} = -4,569 \text{ kN}$$

$$R_{S'V} = 80,171 \text{ kN}$$

$$M_{maks} = R_{T'V} \cdot x - P4' \cdot x - \frac{1}{2} q_{RB1} \cdot x^2 - M_{T'S'}$$

$$= 72,705 \cdot x - 66,478 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 2,40 \cdot x^2 - (-2,224)$$

$$= -1,2 \cdot x^2 + 6,227 \cdot x + 2,224$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$D_x = R_{T'V} - P4' - q_{RB1} \cdot x$$

$$= 72,705 - 66,478 - 2,4 \cdot x$$

$$2,4 \cdot x = 6,227$$

$$x = 2,595 \text{ m}$$

$$M_{maks} = -1,2 \cdot x^2 + 6,227 \cdot x + 2,224$$

$$= -1,2 \cdot (2,595)^2 + 6,227 \cdot (2,595) + 2,224$$

$$= 10,302 \text{ kNm} \dots\dots\dots (M_{lap})$$

$$D_x = R_{T'V} - P4' - q_{RB1} \cdot x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

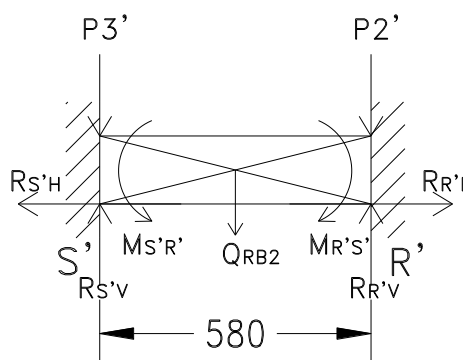
$$D_x = 72,705 - 66,478 - 2,4 \cdot x$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 6,227 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{\text{tump}})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = -6,973 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{\text{lap}})$$

$$N_{T'S'} = R_{T'H} = -20,054 \text{ kN}$$

⇒ **Batang S'R'**



$$q_{RB1} = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$M_{R'S'} = 1,405 \text{ kNm}$$

$$M_{S'R'} = -4,417 \text{ kNm}$$

$$P2' = 64,798 \text{ kN}$$

$$P3' = 73,198 \text{ kN}$$

$$R_{S'H} = -4,569 \text{ kN}$$

$$R_{S'V} = 80,677 \text{ kN}$$

$$R_{R'H} = 19,382 \text{ kN}$$

$$R_{R'V} = 71,239 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{S'V} \cdot x - P3' \cdot x - \frac{1}{2} q_{RB1} \cdot x^2 - M_{S'R'} \\ &= 80,677 \cdot x - 73,198 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 2,40 \cdot x^2 - (-4,417) \\ &= -1,2 \cdot x^2 + 7,479 \cdot x + 4,417 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{S'V} - P3' - q_{RB1} \cdot x \\ &= 80,677 - 73,198 - 2,4 \cdot x \end{aligned}$$

$$2,4 \cdot x = 7,479$$

$$x = 3,116 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{maks} &= -1,2.x^2 + 7,479.x + 4,417 \\
 &= -1,2.(3,116)^2 + 7,479.(3,116) + 4,417 \\
 &= 16,070 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap})
 \end{aligned}$$

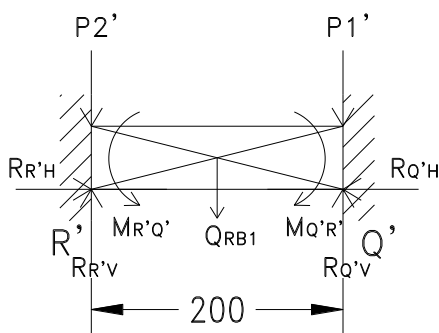
$$\begin{aligned}
 D_x &= R_{S'V} - P3' - q_{RB1} . x \\
 D_x &= 80,677 - 73,198 - 2,4.x \qquad (0 \leq x \leq 5,8)
 \end{aligned}$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 7,479 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{tump})$$

$$x = 5,8 \rightarrow D_x = -6,441 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{lap})$$

$$N_{S'R'} = R_{S'H} = -4,569 \text{ kN}$$

⇒ **Batang R'Q'**



$$q_{RB2} = 1,80 \text{ kN/m}$$

$$M_{Q'R'} = 0,035 \text{ kNm}$$

$$M_{R'Q'} = -0,735 \text{ kNm}$$

$$P1' = 13,50 \text{ kN}$$

$$P2' = 64,798 \text{ Kn}$$

$$R_{R'H} = 19,382 \text{ kN}$$

$$R_{R'V} = 66,948 \text{ kN}$$

$$R_{Q'H} = -0,640 \text{ kN}$$

$$R_{Q'V} = 14,95 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 M_{maks} &= R_{R'V} . x - P2' . x - \frac{1}{2} q_{RB2} . x^2 - M_{R'Q'} \\
 &= 66,948.x - 64,798.x - \frac{1}{2} . 1,80 . x^2 - (-0,735) \\
 &= -0,9.x^2 + 2,15.x + 0,735
 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$D_x = R_{R'V} - P2' - qRB2 \cdot x$$

$$= 66,948 - 64,798 - 1,8 \cdot x$$

$$1,8 \cdot x = 2,15$$

$$x = 1,194 \text{ m}$$

$$M_{maks} = -0,9 \cdot x^2 + 2,15 \cdot x + 0,735$$

$$= -0,9 \cdot (1,194)^2 + 2,15 \cdot (1,194) + 0,735$$

$$= 2,019 \text{ kNm} \dots\dots\dots(M_{lap})$$

$$D_x = R_{R'V} - P2' - qRB2 \cdot x$$

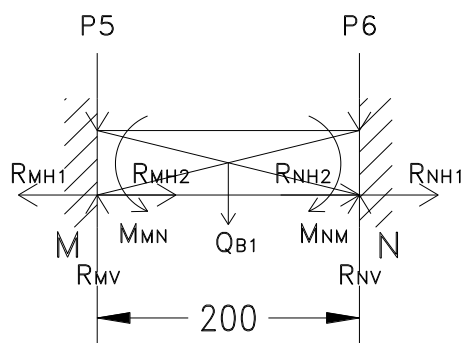
$$D_x = 66,948 - 64,798 - 1,8 \cdot x \quad (0 \leq x \leq 2,0)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 2,15 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{tump})$$

$$x = 2,0 \rightarrow D_x = -1,45 \text{ kN} \dots\dots\dots(D_{lap})$$

$$N_{R'Q'} = R_{R'H} = 19,382 \text{ kN}$$

⇒ **Batang MN = IJ**



$$q_{B1} = 29,07 \text{ kN/m}$$

$$M_{MN} = -5,771 \text{ kNm}$$

$$M_{NM} = 29,965 \text{ kNm}$$

$$P5 = 121,86 \text{ kN}$$

$$P6 = 333,438 \text{ kN}$$

$$R_{MH1} = -0,640 \text{ kN}$$

$$R_{MV} = 138,833 \text{ kN}$$

$$R_{MH2} = 2,083 \text{ kN}$$

$$R_{NV} = 374,605 \text{ kN}$$

$$R_{NH1} = 19,382 \text{ kN}$$

$$R_{NH2} = 44,274 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{MV} \cdot x - P5 \cdot x - \frac{1}{2} qB1 \cdot x^2 - M_{MN} \\ &= 138,833 \cdot x - 121,86 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 29,07 \cdot x^2 - 5,771 \\ &= -14,535 \cdot x^2 + 16,973 \cdot x - 5,771 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{MV} - P5 - qB1 \cdot x \\ &= 138,833 - 121,86 - 29,07 \cdot x \end{aligned}$$

$$29,07 \cdot x = 16,973$$

$$x = 0,584 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= -14,535 \cdot x^2 + 16,973 \cdot x - 5,771 \\ &= -14,535 \cdot (0,584)^2 + 16,973 \cdot (0,584) - 5,771 \\ &= -0,816 \text{ kNm} \dots \dots \dots (M_{lap}) \end{aligned}$$

$$D_x = R_{MV} - P5 - qB1 \cdot x$$

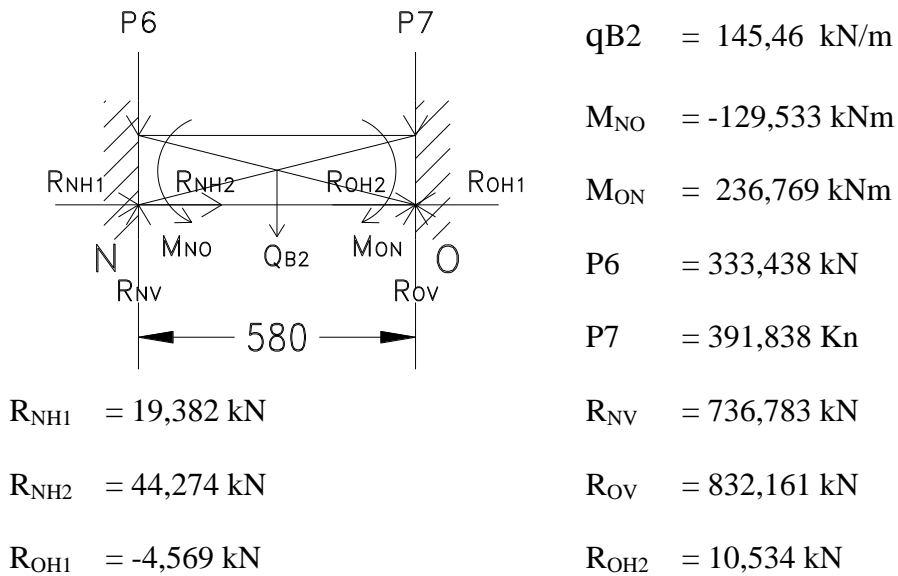
$$D_x = 138,833 - 121,86 - 29,07 \cdot x \quad (0 \leq x \leq 2,0)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 16,973 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{tump})$$

$$x = 2,0 \rightarrow D_x = -41,167 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{lap})$$

$$N_{MN} = R_{MH1} + R_{MH2} = -0,640 + 2,083 = 1,443 \text{ kN}$$

⇒ **Batang NO = JK**



$$\begin{aligned}
 M_{maks} &= R_{NV} \cdot x - P6 \cdot x - \frac{1}{2} q_{B2} \cdot x^2 - M_{NO} \\
 &= 736,752 \cdot x - 333,438 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 145,46 \cdot x^2 - (-129,533) \\
 &= -72,73 \cdot x^2 + 403,314 \cdot x + 129,533
 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$\begin{aligned}
 D_x &= R_{NV} - P6 - q_{B2} \cdot x \\
 &= 736,752 - 333,438 - 145,46 \cdot x
 \end{aligned}$$

$$145,46 \cdot x = 403,314$$

$$x = 2,773 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{maks} &= -72,73 \cdot x^2 + 403,314 \cdot x + 129,533 \\
 &= -72,73 \cdot (2,773)^2 + 403,314 \cdot (2,773) + 129,533 \\
 &= 688,663 \text{ kNm} \dots \dots \dots (M_{lap})
 \end{aligned}$$

$$D_x = R_{NV} - P6 - q_{B2} \cdot x$$

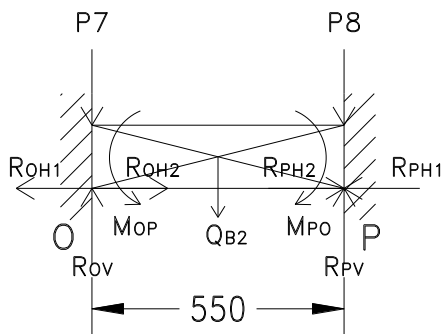
$$D_x = 736,752 - 333,438 - 145,46 \cdot x \quad (0 \leq x \leq 5,8)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 403,314 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{\text{tump}})$$

$$x = 5,8 \rightarrow D_x = -440,354 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{\text{lap}})$$

$$N_{NO} = R_{NH1} + R_{NH2} = 19,382 + 44,274 = 63,656 \text{ kN}$$

⇒ **Batang OP = KL**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{OP} = -212,911 \text{ kNm}$$

$$M_{PO} = 151,397 \text{ kNm}$$

$$P7 = 391,838 \text{ kN}$$

$$P8 = 354,878 \text{ kN}$$

$$R_{OH1} = -4,569 \text{ kN}$$

$$R_{OV} = 803,037 \text{ kN}$$

$$R_{OH2} = 10,534 \text{ kN}$$

$$R_{PV} = 743,709 \text{ kN}$$

$$R_{PH1} = -20,054 \text{ kN}$$

$$R_{PH2} = 41,978 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{OV} \cdot x - P7 \cdot x - \frac{1}{2} q_{B2} \cdot x^2 - M_{OP} \\ &= 803,037 \cdot x - 391,838 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 145,46 \cdot x^2 - 212,911 \\ &= -72,73 \cdot x^2 + 411,199 \cdot x - 212,911 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{OV} - P7 - q_{B2} \cdot x \\ &= 803,037 - 391,838 - 145,46 \cdot x \end{aligned}$$

$$145,46 \cdot x = 411,199$$

$$x = 2,827 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{maks} &= -72,73.x^2 + 411,199.x - 212,911 \\
 &= -72,73.(2,827)^2 + 411,199.(2,827) - 212,911 \\
 &= 368,296 \text{ kNm} \dots \dots \dots (M_{lap})
 \end{aligned}$$

$$D_x = R_{OV} - P7 - qB2 . x$$

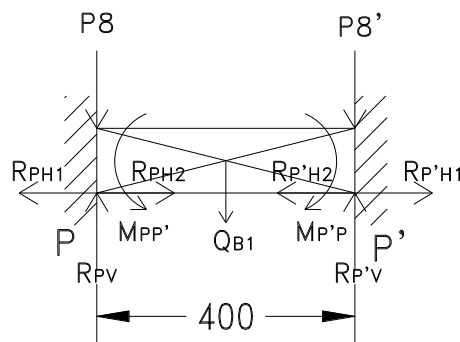
$$D_x = 803,037 - 391,838 - 145,46.x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 411,199 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{tump})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = -388,831 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{lap})$$

$$N_{OP} = R_{OH1} + R_{OH2} = -4,569 + 10,534 = 5,965 \text{ kN}$$

⇒ **Batang PP' = LL'**



$$q_{B1} = 29,07 \text{ kN/m}$$

$$M_{PP'} = -63,704 \text{ kNm}$$

$$M_{P'P} = 63,704 \text{ kNm}$$

$$P8 = 354,878 \text{ kN}$$

$$P8' = 354,878 \text{ kN}$$

$$R_{PH1} = -20,054 \text{ kN}$$

$$R_{PV} = 413,018 \text{ kN}$$

$$R_{PH2} = 41,978 \text{ kN}$$

$$R_{P'V} = 413,018 \text{ kN}$$

$$R_{P'H1} = 20,054 \text{ kN}$$

$$R_{P'H2} = -41,978 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 M_{maks} &= R_{PV}.x - P8.x - \frac{1}{2} q_{B1}.x^2 - M_{PP'} \\
 &= 413,018.x - 354,878.x - \frac{1}{2}.29,07.x^2 - 63,704 \\
 &= -14,535.x^2 + 58,14.x - 63,704
 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $D_x = 0$,

$$D_x = R_{PV} - P8 - qB1 \cdot x$$

$$= 391,578 - 354,878 - 29,07 \cdot x$$

$$29,07 \cdot x = 58,14$$

$$x = 2,0 \text{ m}$$

$$M_{maks} = -14,535 \cdot x^2 + 58,14 \cdot x - 63,704$$

$$= -14,535 \cdot (2,0)^2 + 58,14 \cdot (2,0) - 63,704$$

$$= 5,564 \text{ kNm} \dots \dots \dots (M_{lap})$$

$$D_x = R_{PV} - P8 - qB1 \cdot x$$

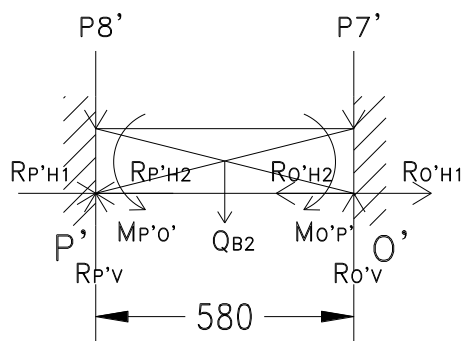
$$D_x = 391,578 - 354,878 - 29,07 \cdot x \quad (0 \leq x \leq 4,0)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 58,14 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{tump})$$

$$x = 4,0 \rightarrow D_x = -58,14 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{lap})$$

$$N_{PP'} = R_{PH1} + R_{PH2} = -20,054 + 41,978 = 21,924 \text{ kN}$$

⇒ **Batang P'O' = L'K'**



$$qB2 = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{O'P} = 212,911 \text{ kNm}$$

$$M_{P'O'} = -151,397 \text{ kNm}$$

$$P8' = 354,878 \text{ kN}$$

$$P7' = 391,838 \text{ kN}$$

$$R_{P'V} = 743,709 \text{ kN}$$

$$R_{O'V} = 803,037 \text{ kN}$$

$$R_{P'H1} = 20,054 \text{ kN}$$

$$R_{P'H2} = -41,978 \text{ kN}$$

$$R_{O'H1} = 4,569 \text{ kN}$$

$$R_{O'H2} = -10,534 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{P'V} \cdot x - P8' \cdot x - \frac{1}{2} qB2 \cdot x^2 - M_{P'O'} \\ &= 743,709 \cdot x - 354,878 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 145,46 \cdot x^2 - 151,397 \\ &= -72,73 \cdot x^2 + 388,831 \cdot x - 151,397 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{P'V} - P8' - qB2 \cdot x \\ &= 743,709 - 354,878 - 145,46 \cdot x \end{aligned}$$

$$145,46 \cdot x = 388,831$$

$$x = 2,673 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= -72,73 \cdot x^2 + 351,871 \cdot x - 151,397 \\ &= -72,73 \cdot (2,673)^2 + 351,871 \cdot (2,673) - 151,397 \\ &= 269,900 \text{ kNm} \dots \dots \dots (M_{lap}) \end{aligned}$$

$$D_x = R_{P'V} - P8' - qB2 \cdot x$$

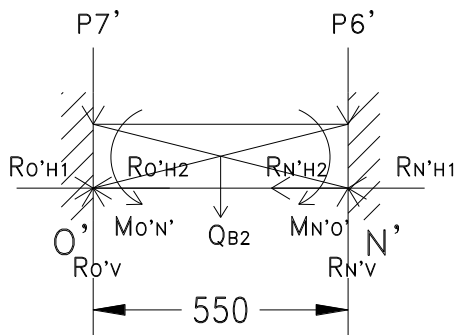
$$D_x = 743,709 - 354,878 - 145,46 \cdot x \quad (0 \leq x \leq 5,5)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 388,831 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{tump})$$

$$x = 5,5 \rightarrow D_x = -411,199 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{lap})$$

$$N_{P'O'} = R_{O'H1} + R_{O'H2} = 4,569 - 10,534 = -5,965 \text{ kN}$$

⇒ **Batang O'N' = K'J'**



$$q_{B2} = 145,46 \text{ kN/m}$$

$$M_{O'N'} = -236,769 \text{ kNm}$$

$$M_{N'O'} = 129,533 \text{ kNm}$$

$$P7' = 391,838 \text{ kN}$$

$$P6' = 333,438 \text{ kN}$$

$$R_{O'V} = 832,161 \text{ kN}$$

$$R_{N'V} = 736,783 \text{ kN}$$

$$R_{N'H2} = -44,274 \text{ kN}$$

$$R_{O'H1} = 4,569 \text{ kN}$$

$$R_{O'H2} = -10,534 \text{ kN}$$

$$R_{N'H1} = -19,382 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= R_{O'V} \cdot x - P7' \cdot x - \frac{1}{2} q_{B2} \cdot x^2 - M_{O'N'} \\ &= 832,161 \cdot x - 391,838 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 145,46 \cdot x^2 - (-236,769) \\ &= -72,73 \cdot x^2 + 440,323 \cdot x + 236,769 \end{aligned}$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$\begin{aligned} D_x &= R_{O'V} - P7' - q_{B2} \cdot x \\ &= 832,161 - 391,838 - 145,46 \cdot x \end{aligned}$$

$$145,46 \cdot x = 440,323$$

$$x = 3,027 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= -72,73 \cdot x^2 + 440,323 \cdot x + 236,769 \\ &= -72,73 \cdot (3,027)^2 + 440,323 \cdot (3,027) + 236,769 \\ &= 903,221 \text{ kNm} \dots \dots \dots (M_{lap}) \end{aligned}$$

$$D_x = R_{O'V} - P7' - qB2 \cdot x$$

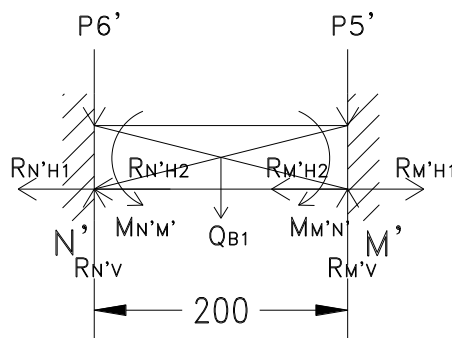
$$D_x = 832,161 - 391,838 - 145,46 \cdot x \quad (0 \leq x \leq 5,8)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 440,323 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{tump})$$

$$x = 5,8 \rightarrow D_x = -403,345 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{lap})$$

$$N_{O'N'} = R_{N'H1} + R_{N'H2} = -19,382 - 44,274 = -63,656 \text{ kN}$$

⇒ **Batang N'M' = J'I'**



$$qB1 = 29,07 \text{ kN/m}$$

$$M_{N'M'} = -29,965 \text{ kNm}$$

$$M_{M'N'} = 5,771 \text{ kNm}$$

$$P6' = 333,438 \text{ kN}$$

$$P5' = 121,86 \text{ kN}$$

$$R_{N'H1} = -19,382 \text{ kN}$$

$$R_{N'V} = 374,605 \text{ kN}$$

$$R_{N'H2} = -44,274 \text{ kN}$$

$$R_{M'V} = 138,833 \text{ kN}$$

$$R_{M'H1} = 0,640 \text{ kN}$$

$$R_{M'H2} = -2,083 \text{ kN}$$

$$M_{maks} = R_{N'V} \cdot x - P6' \cdot x - \frac{1}{2} qB1 \cdot x^2 - M_{N'M'}$$

$$= 374,605 \cdot x - 333,438 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot 29,07 \cdot x^2 - 29,965$$

$$= -14,535 \cdot x^2 + 41,167 \cdot x - 29,965$$

Momen maksimum ketika $Dx = 0$,

$$D_x = R_{N'V} - P6' - qB1 \cdot x$$

$$= 374,605 - 333,438 - 29,07 \cdot x$$

$$29,07 \cdot x = 41,167$$

$$x = 1,416 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= -14,535.x^2 + 41,167.x - 29,965 \\ &= -14,535.(1,416)^2 + 41,167.(1,416) - 29,965 \\ &= -0,816 \text{ kNm} \dots \dots \dots (M_{lap}) \end{aligned}$$

$$D_x = R_{N'V} - P6' - qB1 . x$$

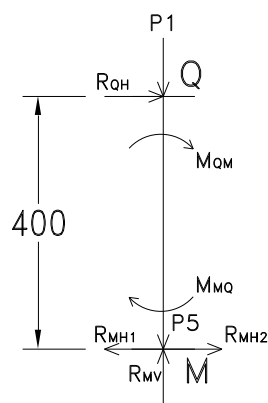
$$D_x = 374,605 - 333,438 - 29,07.x \quad (0 \leq x \leq 2,0)$$

$$x = 0 \rightarrow D_x = 41,167 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{tump})$$

$$x = 2,0 \rightarrow D_x = -16,973 \text{ kN} \dots \dots \dots (D_{lap})$$

$$N_{N'M'} = R_{M'H1} + R_{M'H2} = 0,640 - 2,083 = -1,443 \text{ kN}$$

⇒ **Batang QM**



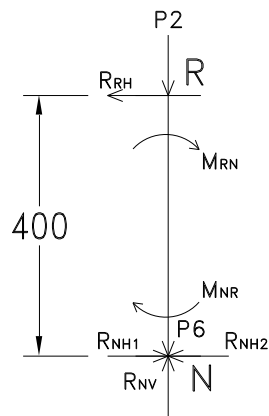
$$\begin{aligned} M_{QM} &= 0,035 \text{ kNm} \\ M_{MQ} &= 2,593 \text{ kNm} \\ R_{QH} &= 0,640 \text{ kN} \\ R_{MH1} &= -0,640 \text{ kN} \\ R_{MH2} &= 2,083 \text{ kN} \\ R_{MV} &= 138,833 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$D_Q = R_{QH} = 0,640 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_M &= R_{MH1} + R_{MH2} = -0,640 + 2,083 \\ &= 1,443 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_{QM} = R_{MV} = 138,833 \text{ kN}$$

⇒ **Batang RN**



$$M_{RN} = 0,310 \text{ kNm}$$

$$M_{NR} = 77,217 \text{ kNm}$$

$$R_{RH} = -19,382 \text{ kN}$$

$$R_{NH1} = 19,382 \text{ kN}$$

$$R_{NH2} = -44,274 \text{ kN}$$

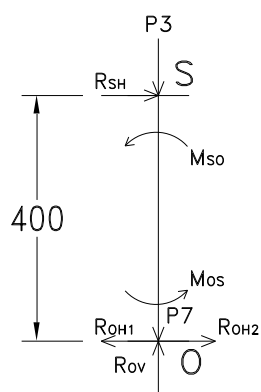
$$R_{NV} = 736,783 \text{ kN}$$

$$D_R = R_{RH} = -19,382 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_N &= R_{NH1} + R_{NH2} = 19,382 - 44,274 \\ &= -24,892 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_{RN} = R_{NV} = 736,783 \text{ kN}$$

⇒ **Batang SO**



$$M_{SO} = -0,142 \text{ kNm}$$

$$M_{OS} = -18,132 \text{ kNm}$$

$$R_{SH} = 4,569 \text{ kN}$$

$$R_{OH1} = -4,569 \text{ kN}$$

$$R_{OH2} = 10,534 \text{ kN}$$

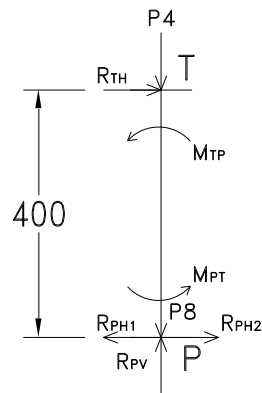
$$R_{OV} = 832,161 \text{ kN}$$

$$D_S = R_{SH} = 4,569 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_O &= R_{OH1} + R_{OH2} = -4,569 + 10,534 \\ &= 5,965 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_{SO} = R_{OV} = 832,161 \text{ kN}$$

⇒ **Batang TP**



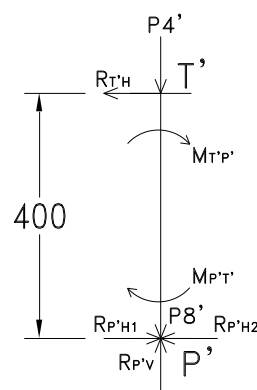
$$\begin{aligned} M_{TP} &= -0,149 \text{ kNm} \\ M_{PT} &= -80,068 \text{ kNm} \\ R_{TH} &= 20,054 \text{ kN} \\ R_{PH1} &= -20,054 \text{ kN} \\ R_{PH2} &= 41,978 \text{ kN} \\ R_{PV} &= 743,709 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$D_T = R_{TH} = 20,054 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_P &= R_{PH1} + R_{PH2} = -20,054 + 41,978 \\ &= 21,924 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_{TP} = R_{PV} = 743,709 \text{ kN}$$

⇒ **Batang T'P'**



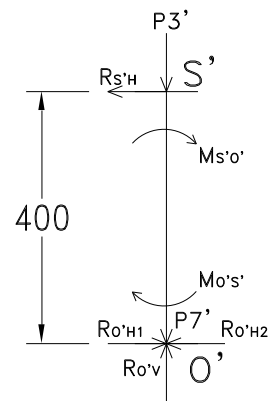
$$\begin{aligned} M_{T'P'} &= 0,149 \text{ kNm} \\ M_{P'T'} &= 80,068 \text{ kNm} \\ R_{T'H} &= -20,054 \text{ kN} \\ R_{P'H1} &= 20,054 \text{ kN} \\ R_{P'H2} &= -41,978 \text{ kN} \\ R_{P'V} &= 743,709 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$D_{T'} = R_{T'H} = -20,054 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_{P'} &= R_{P'H1} + R_{P'H2} = 20,054 - 41,978 \\ &= -21,924 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_{T'P'} = R_{P'V} = 743,709 \text{ kN}$$

⇒ **Batang S'O'**



$$M_{S'O'} = 0,142 \text{ kNm}$$

$$M_{O'S'} = 18,132 \text{ kNm}$$

$$R_{S'H} = -4,569 \text{ kN}$$

$$R_{O'H1} = 4,569 \text{ kN}$$

$$R_{O'H2} = -10,534 \text{ kN}$$

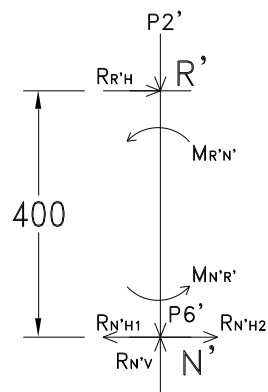
$$R_{O'V} = 832,161 \text{ kN}$$

$$D_{S'} = R_{S'H} = -4,569 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_{O'} &= R_{O'H1} + R_{O'H2} = 4,569 - 10,534 \\ &= -5,965 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_{S'O'} = R_{O'V} = 832,161 \text{ kN}$$

⇒ **Batang R'N'**



$$M_{R'N'} = -0,310 \text{ kNm}$$

$$M_{N'R'} = -77,217 \text{ kNm}$$

$$R_{R'H} = 19,382 \text{ kN}$$

$$R_{N'H1} = -19,382 \text{ kN}$$

$$R_{N'H2} = 44,274 \text{ kN}$$

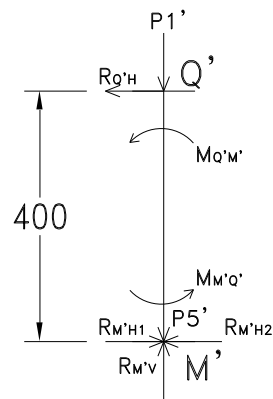
$$R_{N'V} = 736,783 \text{ kN}$$

$$D_{R'} = R_{R'H} = 19,382 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_{N'} &= R_{N'H1} + R_{N'H2} = -19,382 + 44,274 \\ &= 24,892 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_{R'N'} = R_{N'V} = 736,783 \text{ kN}$$

⇒ **Batang Q'M'**



$$M_{Q'M'} = -0,035 \text{ kNm}$$

$$M_{M'Q'} = -2,593 \text{ kNm}$$

$$R_{Q'H} = -0,640 \text{ kN}$$

$$R_{M'H1} = 0,640 \text{ kN}$$

$$R_{M'H2} = -2,083 \text{ kN}$$

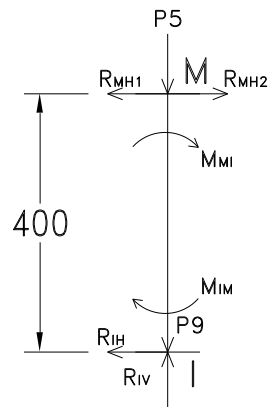
$$R_{M'V} = 138,833 \text{ kN}$$

$$D_{Q'} = R_{Q'H} = 0,640 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_{M'} &= R_{M'H1} + R_{M'H2} = -0,640 + 2,083 \\ &= 1,443 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_{Q'M'} = R_{M'V} = 138,833 \text{ kN}$$

⇒ **Batang MI = IE**



$$M_{MI} = 3,178 \text{ kNm}$$

$$M_{IM} = 2,593 \text{ kNm}$$

$$R_{MH1} = -0,640 \text{ kN}$$

$$R_{MH2} = 2,083 \text{ kN}$$

$$R_{IH} = -2,083 \text{ kN}$$

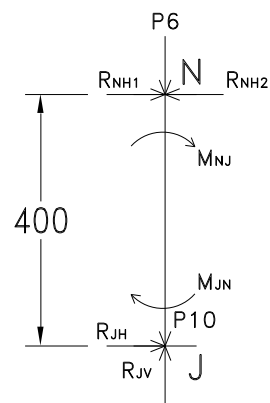
$$R_{IV} = 247,193 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_M &= R_{MH1} + R_{MH2} = -0,640 + 2,083 \\ &= 1,443 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$D_I = R_{IH} = -2,083 \text{ kN}$$

$$N_{MI} = R_{IV} = 247,193 \text{ kN}$$

⇒ **Batang NJ = JF**



$$M_{NJ} = 22,352 \text{ kNm}$$

$$M_{JN} = 77,217 \text{ kNm}$$

$$R_{NH1} = 19,382 \text{ kN}$$

$$R_{NH2} = -44,274 \text{ kN}$$

$$R_{JH} = -2,083 \text{ kN}$$

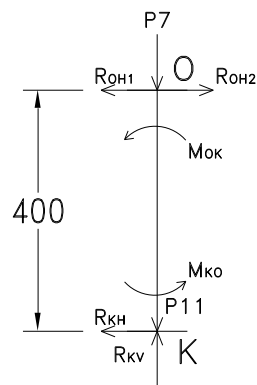
$$R_{JV} = 1013,103 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_N &= R_{NH1} + R_{NH2} = 19,382 - 44,274 \\ &= -24,892 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$D_J = R_{JH} = 24,892 \text{ kN}$$

$$N_{NJ} = R_{JV} = 1013,103 \text{ kN}$$

⇒ **Batang OK = KG**



$$M_{OK} = -5,726 \text{ kNm}$$

$$M_{KO} = -18,132 \text{ kNm}$$

$$R_{OH1} = -4,569 \text{ kN}$$

$$R_{OH2} = 10,534 \text{ kN}$$

$$R_{KH} = -5,965 \text{ kN}$$

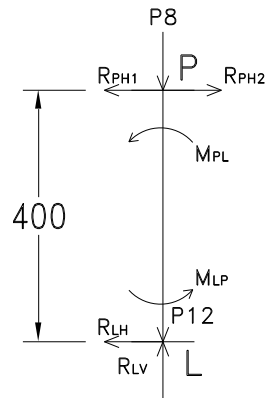
$$R_{KV} = 1158,481 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_O &= R_{OH1} + R_{OH2} = -4,569 + 10,534 \\ &= 5,965 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$D_K = R_{KH} = -5,965 \text{ kN}$$

$$N_{OK} = R_{KV} = 1158,481 \text{ kN}$$

⇒ **Batang PL = LH**



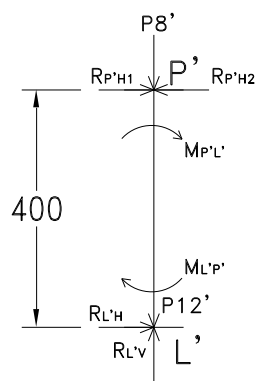
$$\begin{aligned} M_{PL} &= -7,626 \text{ kNm} \\ M_{LP} &= -80,068 \text{ kNm} \\ R_{PH1} &= -20,054 \text{ kN} \\ R_{PH2} &= 41,978 \text{ kN} \\ R_{LH} &= -21,924 \text{ kN} \\ R_{LV} &= 1039,788 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_P &= R_{PH1} + R_{PH2} = -20,054 + 41,978 \\ &= 21,924 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$D_L = R_{LH} = -21,924 \text{ kN}$$

$$N_{PL} = R_{LV} = 1039,788 \text{ kN}$$

⇒ **Batang P'L' = L'H'**



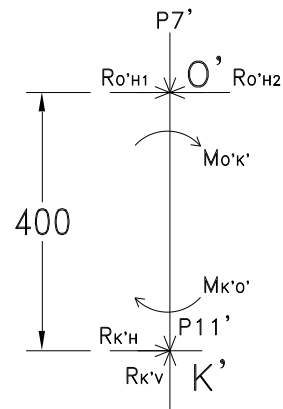
$$\begin{aligned} M_{P'L'} &= 7,626 \text{ kNm} \\ M_{L'P'} &= 80,068 \text{ kNm} \\ R_{P'H1} &= 20,054 \text{ kN} \\ R_{P'H2} &= -41,978 \text{ kN} \\ R_{L'H} &= 21,924 \text{ kN} \\ R_{L'V} &= 1039,788 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{P'} &= R_{P'H1} + R_{P'H2} = 20,054 - 41,978 \\ &= -21,924 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$D_{L'} = R_{L'H} = 21,924 \text{ kN}$$

$$N_{P'L'} = R_{L'V} = 1039,788 \text{ kN}$$

⇒ **Batang O'K' = K'G'**



$$M_{O'K'} = 5,726 \text{ kNm}$$

$$M_{K'O'} = 18,132 \text{ kNm}$$

$$R_{O'H1} = 4,569 \text{ kN}$$

$$R_{O'H2} = -10,534 \text{ kN}$$

$$R_{K'H} = 5,965 \text{ kN}$$

$$R_{K'V} = 1158,481 \text{ kN}$$

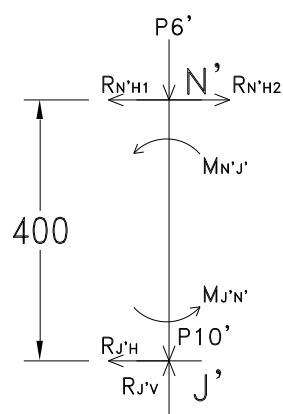
$$D_{O'} = R_{O'H1} + R_{O'H2} = 4,569 - 10,534$$

$$= -5,965 \text{ kN}$$

$$D_{K'} = R_{K'H} = 5,965 \text{ kN}$$

$$N_{O'K'} = R_{K'V} = 1158,481 \text{ kN}$$

⇒ **Batang N'J' = J'F'**



$$M_{N'J'} = -22,352 \text{ kNm}$$

$$M_{J'N'} = -77,217 \text{ kNm}$$

$$R_{N'H1} = -9,382 \text{ kN}$$

$$R_{N'H2} = 44,274 \text{ kN}$$

$$R_{J'H} = 2,083 \text{ kN}$$

$$R_{J'V} = 1013,103 \text{ kN}$$

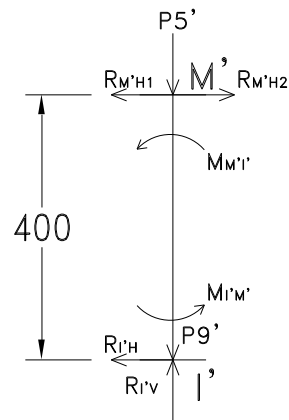
$$D_{N'} = R_{N'H1} + R_{N'H2} = -9,382 + 44,274$$

$$= 34,892 \text{ kN}$$

$$D_{J'} = R_{J'H} = 2,083 \text{ kN}$$

$$N_{N'J'} = R_{J'V} = 1013,103 \text{ kN}$$

⇒ **Batang M'I' = I'E'**



$$M_{M'I'} = -3,178 \text{ kNm}$$

$$M_{I'M'} = -2,593 \text{ kNm}$$

$$R_{M'H1} = 0,640 \text{ kN}$$

$$R_{M'H2} = -2,083 \text{ kN}$$

$$R_{I'H} = 2,083 \text{ kN}$$

$$R_{I'V} = 247,193 \text{ kN}$$

$$D_{M'} = R_{M'H1} + R_{M'H2} = 0,640 - 2,083$$

$$= -1,443 \text{ kN}$$

$$D_{I'} = R_{I'H} = 2,083 \text{ kN}$$

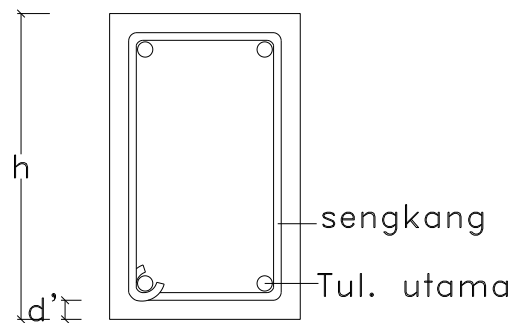
$$N_{M'I'} = R_{I'V} = 247,193 \text{ kN}$$

VI.5 Perhitungan Tulangan

VI.5.3 Perhitungan Tulangan Balok Melintang

1. Ring balok qRB1 (Q-R / S-T)

- Tinggi balok = 400 mm
- Lebar balok = 250 mm
- Ø tul utama = 16 mm
- Ø tul sengkang = 8 mm
- Tebal penutup beton = 40 mm
- $f_c' = 25 \text{ MPa}$; $f_y = 240 \text{ MPa}$



$$d_{\text{eff}} = h - p - \frac{1}{2} \cdot \varnothing \text{ tul utama} - \varnothing \text{ tul sengkang}$$

$$= 400 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 16 - 8$$

$$= 344 \text{ mm}$$

$$M_{\text{lapangan}} = 7,614 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = 0,372 \text{ kNm}$$

○ Tulangan Tumpuan

$$M_{\text{Tumpuan}} = 0,372 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot d^2} = \frac{0,372}{0,25 \cdot 0,344^2} = 12,574 \text{ kN/m}^2 = 0,0126 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{min}} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{maks}} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \cdot 250 \cdot 342$$

$$= 495,90 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan 3 Ø 16 ($A_s = 533,2 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

○ Tulangan Lapangan

$$M_{\text{Lapangan}} = 7,614 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{7,614}{0,25.0,344^2} = 257,369 \text{ kN/m}^2 = 0,2574 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0058 \cdot 250 \cdot 342 \\ &= 495,90 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 3 Ø 16 ($A_s = 533,2 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

○ Tulangan Geser

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 59,998 \cdot 5,50 = 164,995 \text{ kN} = 164995 \text{ N}$$

$$v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{164995}{250 \cdot 344} = 1,918 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \phi v_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b_w \cdot d \\ &= \left(\frac{\sqrt{25}}{6} \cdot 250 \cdot 344 \right) 10^{-3} \\ &= 71,667 \text{ kN} = 0,717 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Karena $v_u > \phi v_c = 1,918 \text{ MPa} > 0,712 \text{ MPa}$ maka tidak memerlukan tulangan geser

$$\text{Chek } \phi v_s \leq \phi v_{s \text{ maks}}$$

$$\phi v_s = v_u - \phi v_c = 1,918 - 0,717$$

$$= 1,201 \text{ MPa} < 2,00 \text{ MPa} \quad (\text{Tabel 17})$$

$$A_v = \frac{b.s}{3f_y}$$

$$= \frac{250.344}{3.240}$$

$$= 119,44 \text{ mm}^2$$

$$A_v = \text{luasan penampang sengkang diambil } \emptyset 10 \text{ (} A_s = 100,6 \text{ mm}^2, \text{ Tabel A-4)}$$

$$S = \frac{A_v . d . f_y . 10^{-3}}{v_s}$$

$$= \frac{(100,6.344.240)10^{-3}}{120,1}$$

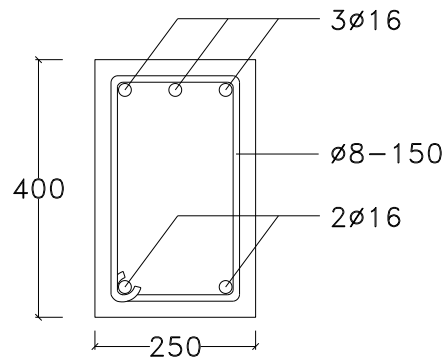
$$= 319,258 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang $\emptyset 8 - 150 \text{ mm}$ ($A_s = 335,1 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)

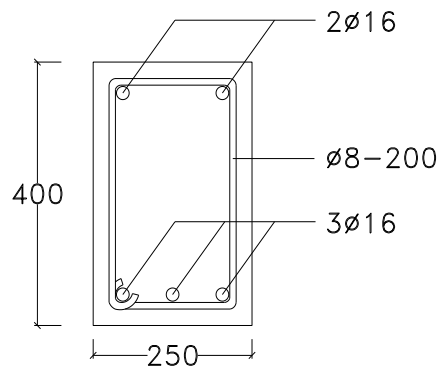
Menentukan spasi maksimum yang dibutuhkan

$$S_{maks} = \frac{3A_v f_y}{B_w} = \frac{3.100,6.240}{250} = 289,728 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang $\emptyset 8 - 200 \text{ mm}$ ($A_s = 392,7 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)



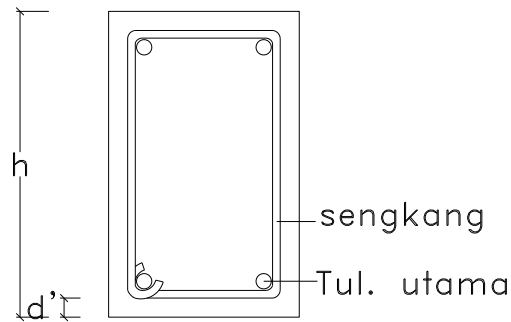
Gambar 6.4 Gambar Tulangan Tumpuan Ring Balok (Q-R / S-T)



Gambar 6.5 Gambar Tulangan Lapangan Ring Balok (Q-R / S-T)

2. Ring balok qRB2 (R-S)

- Tinggi balok = 400 mm
- Lebar balok = 250 mm
- Ø tul utama = 16 mm
- Ø tul sengkang = 8 mm
- Tebal penutup beton = 40 mm
- $f_c' = 25 \text{ MPa}$; $f_y = 240 \text{ MPa}$



$$\begin{aligned}
 d_{\text{eff}} &= h - d' - \frac{1}{2} \cdot \varnothing \text{ tul utama} - \varnothing \text{ tul sengkang} \\
 &= 400 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 16 - 8 \\
 &= 344 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$M_{\text{lapangan}} = 12,172 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = 3,097 \text{ kNm}$$

○ Tulangan Tumpuan

$$M_{\text{Tumpuan}} = 3,097 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot d^2} = \frac{3,097}{0,25 \cdot 0,344^2} = 104,685 \text{ kN/m}^2 = 0,1047 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{min}} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{maks}} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\
 &= 0,0058 \cdot 250 \cdot 342 \\
 &= 495,90 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 3 Ø 16 ($A_s = 533,2 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

○ Tulangan Lapangan

$$M_{\text{Lapangan}} = 12,172 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{12,172}{0,25.0,344^2} = 411,439 \text{ kN/m}^2 = 0,4114 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\min} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\max} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0058 \cdot 250 \cdot 342 \\ &= 495,90 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 3 Ø 16 ($A_s = 533,2 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

○ Tulangan Geser

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 73,198 \cdot 5,50 = 201,295 \text{ kN} = 201295 \text{ N}$$

$$v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{201295}{250 \cdot 342} = 2,354 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \phi v_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b_w \cdot d \\ &= \left(\frac{\sqrt{25}}{6} \cdot 250 \cdot 344 \right) 10^{-3} \\ &= 71,667 \text{ kN} = 0,717 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Karena $v_u > \phi v_c = 2,354 \text{ MPa} > 0,717 \text{ MPa}$ maka harus diberi tulangan geser

$$\text{Chek } \phi v_s \leq \phi v_{s \text{ maks}}$$

$$\begin{aligned} \phi v_s &= v_u - \phi v_c = 2,354 - 0,717 \\ &= 1,637 \text{ MPa} < 2,00 \text{ MPa} \quad (\text{Tabel 17}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_v &= \frac{b.s}{3f_y} \\
 &= \frac{250.344}{3.240} \\
 &= 119,44 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

A_v = luasan penampang sengkang diambil Ø 10 ($A_s = 100,6 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

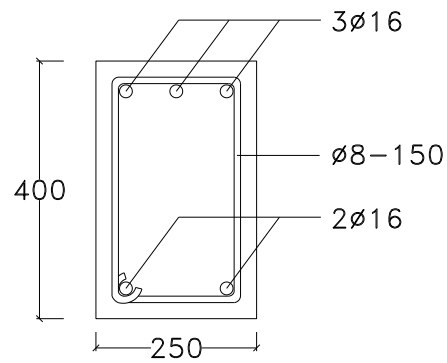
$$\begin{aligned}
 S &= \frac{A_v . d . f_y . 10^{-3}}{v_s} \\
 &= \frac{(100,6.344.240)10^{-3}}{163,7} \\
 &= 301,205 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Digunakan sengkang Ø 8 – 150 mm ($A_s = 335,1 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)

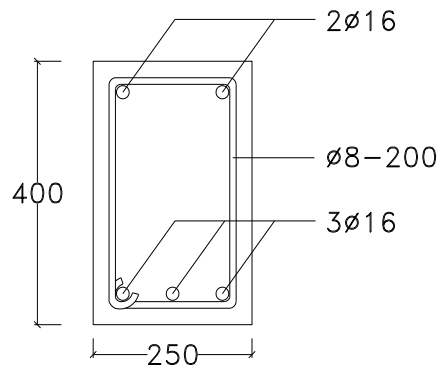
Menentukan spasi maksimum yang dibutuhkan

$$S_{maks} = \frac{3A_v f_y}{B_w} = \frac{3.100,6.240}{250} = 289,728 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang Ø 8 – 200 mm ($A_s = 392,7 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)



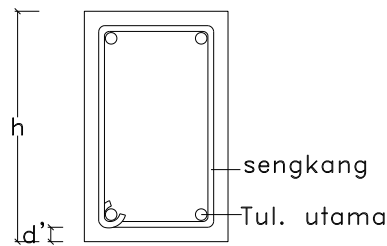
Gambar 6.4 Gambar Tulangan Tumpuan Ring Balok (R-S)



Gambar 6.5 Gambar Tulangan Lapangan Ring Balok (R-S)

3. Balok qB2 (M-N / O-P)

- Tinggi balok = 500 mm
- Lebar balok = 300 mm
- Tebal penutup beton = 40 mm
- $f_c' = 25 \text{ Mpa}$; $f_y = 240 \text{ Mpa}$



Anggap bahwa $d = h - 100 = 400 \text{ mm}$

$$M_{\text{lapangan}} = 690,446 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = 153,380 \text{ kNm}$$

Dihitung apakah mungkin menggunakan balok bertulangan tarik saja.

Dari Tabel A-10, didapatkan nilai k .

$$\Rightarrow k_{\text{maksimum}} = 7,4643 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow M_{R \text{ maks}} &= \phi \cdot b \cdot d^2 \cdot k \\ &= 0,8 \cdot (300) \cdot (400)^2 \cdot (7,4643) \cdot 10^{-6} \\ &= 286,629 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Karena $M_{R \text{ maks}} = 286,629 \text{ kNm} < 690,446 \text{ kNm}$, maka disimpulkan tidak dapat menggunakan balok dengan hanya bertulangan tarik saja, harus bertulangan rangkap.

Pasangan kopel gaya beton tekan dengan tulangan baja tarik mempunyai rasio penulangan kira-kira 90 % dari ρ_{maks}

$$\Rightarrow \rho = 0,90 \cdot (0,0403) = 0,0363 \quad \rightarrow \quad k = 6,9200 \text{ MPa}$$

Kuat momen tahanan atau kapasitas pasangan kopel gaya beton tekan dan tulangan baja tarik adalah:

$$\Rightarrow M_{R1} = \phi \cdot b \cdot d^2 \cdot k = 0,8 \cdot (300) \cdot (400)^2 \cdot (6,9200) \cdot 10^{-6} = 265,728 \text{ kNm}$$

Luas penampang tulangan tarik yang diperlukan untuk pasangan kopel gaya beton tekan dan tulangan baja tarik,

$$\Rightarrow A_{S1} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0363 \cdot (300) \cdot (400) = 4356 \text{ mm}^2$$

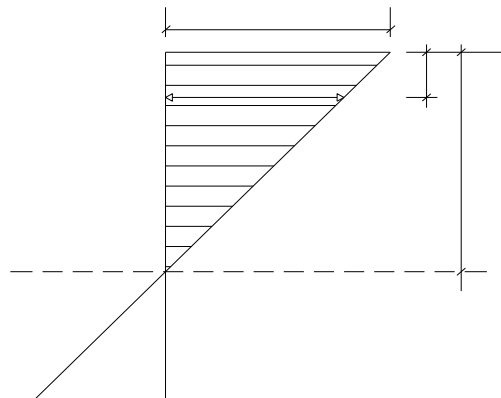


Diagram Regangan Beton Tekan

Pasangan kopel gaya tulangan baja tekan dan tarik ditentukan sehingga kuat momennya memenuhi keseimbangan terhadap momen rencana:

$$\Rightarrow M_{R2} \text{ perlu} = M_u - M_{R1} = 690,446 - 265,728 = 424,718 \text{ kNm}$$

Maka didapatkan:

$$\Rightarrow M_{R2} = \phi \cdot N_{D2} \cdot (d - d')$$

$$\Rightarrow N_{D2} = \frac{M_{R2}}{\phi \cdot (d - d')} = \frac{424718}{0,8 \cdot (400 - 40)} = 1474,715 \text{ kN}$$

Tulangan baja tekan yang diperlukan:

$$\Rightarrow A_{S2} = \frac{N_{D2}}{f_y} = \frac{1474,715 \cdot (10)^3}{240} = 6144,646 \text{ mm}^2$$

Jadi digunakan:

$$\Rightarrow \text{tulangan baja tekan 5D36 (} A_s' = 5089,4 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$\Rightarrow \text{tulangan baja tarik 6D36 (} A_s = 6107,2 \text{ mm}^2 \text{)}$$

○ **Tulangan Geser**

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 303,838 \cdot 5,50 = 835,555 \text{ kN} = 835555 \text{ N}$$

$$v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{835555}{300 \cdot 400} = 6,963 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \phi v_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b_w \cdot d \\ &= \left(\frac{\sqrt{25}}{6} \cdot 300 \cdot 400 \right) 10^{-3} \\ &= 100 \text{ kN} = 1,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Karena $v_u < \phi v_c = 6,963 \text{ MPa} < 1,00 \text{ MPa}$ maka tidak diberi tulangan geser,

hanya digunakan tulangan praktis

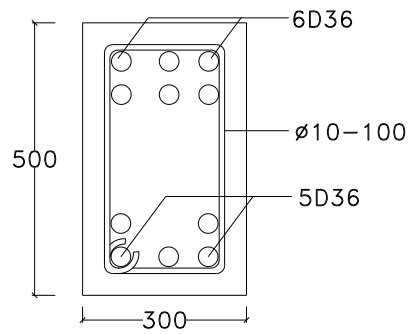
$$\Rightarrow \text{Tumpuan } \phi 10 - 100 \text{ mm (} A_s = 785,4 \text{ mm}^2 \text{, Tabel A-5)}$$

$$\Rightarrow \text{Lapangan } \phi 10 - 150 \text{ mm (} A_s = 523,6 \text{ mm}^2 \text{, Tabel A-5)}$$

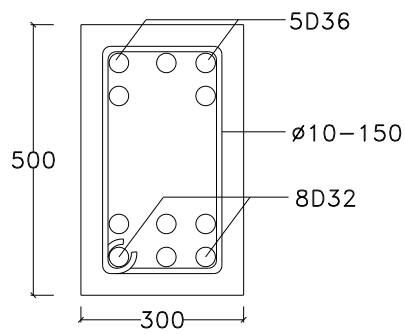
Check:

$$\begin{aligned} d_{\text{aktual}} &= h - d' - \frac{1}{2} \cdot \phi \text{ tul utama} - \phi \text{ tul sengkang} \\ &= 500 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 36 - 10 \\ &= 432 \text{ mm} \end{aligned}$$

Karena $d_{\text{teoritis}} < d_{\text{aktual}} = 400 \text{ mm} < 432 \text{ mm}$, maka rancangan aman



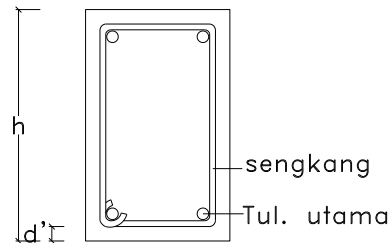
Gambar 6.6 Gambar Tulangan Tumpuan Balok (M-N / O-P)



Gambar 6.7 Gambar Tulangan Lapangan Balok (M-N / O-P)

4. Balok qB2 (N-O)

- Tinggi balok = 500 mm
- Lebar balok = 300 mm
- Tebal penutup beton = 40 mm
- $f_c' = 25 \text{ Mpa}$; $f_y = 240 \text{ Mpa}$



Anggap bahwa $d = h - 100 = 400 \text{ mm}$

$$M_{\text{lapangan}} = 734,184 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = 184,163 \text{ kNm}$$

Dihitung apakah mungkin menggunakan balok bertulangan tarik saja.

Dari Tabel A-10, didapatkan nilai k .

$$\Rightarrow k_{\text{maksimum}} = 7,4643 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow M_{R \text{ maks}} &= \phi \cdot b \cdot d^2 \cdot k \\ &= 0,8 \cdot (300) \cdot (400)^2 \cdot (7,4643) \cdot 10^{-6} \\ &= 286,629 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Karena $M_{R \text{ maks}} = 286,629 \text{ kNm} < 734,184 \text{ kNm}$, maka disimpulkan tidak dapat menggunakan balok dengan hanya bertulangan tarik saja, harus bertulangan rangkap.

Pasangan kopel gaya beton tekan dengan tulangan baja tarik mempunyai rasio penulangan kira-kira 90 % dari ρ_{maks}

$$\Rightarrow \rho = 0,90 \cdot (0,0403) = 0,0363 \rightarrow k = 6,9200 \text{ MPa}$$

Kuat momen tahanan atau kapasitas pasangan kopel gaya beton tekan dan tulangan baja tarik adalah:

$$\Rightarrow M_{R1} = \phi \cdot b \cdot d^2 \cdot k = 0,8 \cdot (300) \cdot (400)^2 \cdot (6,9200) \cdot 10^{-6} = 265,728 \text{ kNm}$$

Luas penampang tulangan tarik yang diperlukan untuk pasangan kopel gaya beton tekan dan tulangan baja tarik,

$$\Rightarrow A_{S1} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0363 \cdot (300) \cdot (400) = 4356 \text{ mm}^2$$

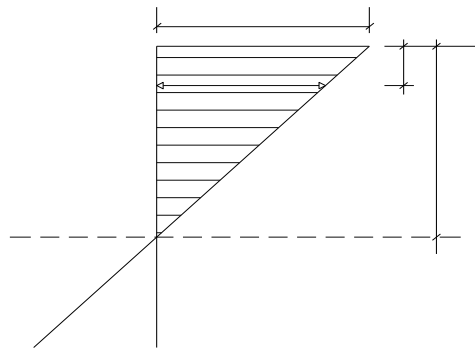


Diagram Regangan Beton Tekan

Pasangan kopel gaya tulangan baja tekan dan tarik ditentukan sehingga kuat momennya memenuhi keseimbangan terhadap momen rencana:

$$\Rightarrow M_{R2} \text{ perlu} = M_u - M_{R1} = 734,184 - 265,728 = 468,456 \text{ kNm}$$

Maka didapatkan:

$$\Rightarrow M_{R2} = \phi \cdot N_{D2} \cdot (d - d')$$

$$\Rightarrow N_{D2} = \frac{M_{R2}}{\phi \cdot (d - d')} = \frac{468456}{0,8 \cdot (400 - 40)} = 1626,583 \text{ kN}$$

Tulangan baja tekan yang diperlukan:

$$\Rightarrow A_{S2} = \frac{N_{D2}}{f_y} = \frac{1626,583 \cdot (10)^3}{240} = 6789,929 \text{ mm}^2$$

Jadi digunakan:

$$\Rightarrow \text{tulangan baja tekan } 6D32 \text{ (} A_{S'} = 4825,5 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$\Rightarrow \text{tulangan baja tarik } 8D32 \text{ (} A_S = 6434,0 \text{ mm}^2 \text{)}$$

○ **Tulangan Geser**

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 399,518 \cdot 5,50 = 1098,675 \text{ kN} = 1098675 \text{ N}$$

$$v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{1098675}{300 \cdot 400} = 9,155 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \phi v_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b_w \cdot d \\ &= \left(\frac{\sqrt{25}}{6} \cdot 300 \cdot 400 \right) 10^{-3} \\ &= 100 \text{ kN} = 1,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Karena $v_u < \phi v_c = 9,155 \text{ MPa} < 1,00 \text{ MPa}$ maka tidak diberi tulangan geser, hanya digunakan tulangan praktis

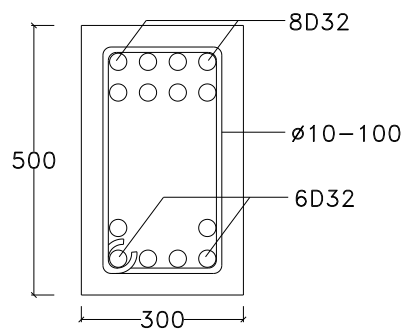
⇒ Tumpuan $\phi 10 - 100 \text{ mm}$ ($A_s = 785,4 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)

⇒ Lapangan $\phi 10 - 150 \text{ mm}$ ($A_s = 523,6 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)

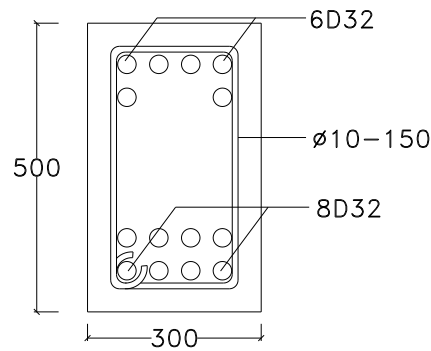
Check:

$$\begin{aligned} d_{\text{aktual}} &= h - d' - \frac{1}{2} \cdot \phi \text{ tul utama} - \phi \text{ tul sengkang} \\ &= 500 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 36 - 10 \\ &= 432 \text{ mm} \end{aligned}$$

Karena $d_{\text{teoritis}} < d_{\text{aktual}} = 400 \text{ mm} < 432 \text{ mm}$, maka rancangan aman



Gambar 6.8 Gambar Tulangan Tumpuan Balok (N-O)

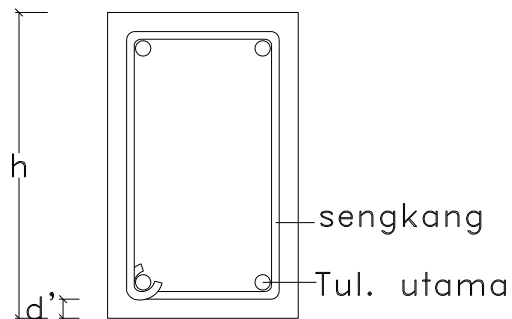


Gambar 6.9 gambar Tulangan Lapangan Balok (N-O)

VI.5.2 Perhitungan Tulangan Balok Memanjang

1. Ring balok qRB1 ($Q-R = T-T' = Q'-R'$)

- Tinggi balok = 300 mm
- Lebar balok = 250 mm
- Ø tul utama = 14 mm
- Ø tul sengkang = 8 mm
- Tebal penutup beton = 40 mm
- $f_c' = 25 \text{ Mpa}$; $f_y = 240 \text{ Mpa}$



$$d_{\text{eff}} = h - d' - \frac{1}{2} \cdot \text{Ø tul utama} - \text{Ø tul sengkang}$$

$$= 400 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 14 - 8$$

$$= 345 \text{ mm}$$

$$M_{\text{lapangan}} = 0,619 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = 0,735 \text{ kNm}$$

○ Tulangan Tumpuan

$$M_{\text{Tumpuan}} = 0,735 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{0,735}{0,25 \cdot 0,345^2} = 24,700 \text{ kN/m}^2 = 0,0247 \text{ Mpa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{min}} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{maks}} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \cdot 250 \cdot 345$$

$$= 500,25 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan 4 Ø 14 ($A_s = 616,0 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

○ Tulangan Lapangan

$$M_{\text{Lapangan}} = 0,619 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{0,619}{0,25 \cdot 0,345^2} = 20,802 \text{ kN/m}^2 = 0,0208 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{min}} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{maks}} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\
 &= 0,0058 \cdot 250 \cdot 345 \\
 &= 500,25 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 4 Ø 14 ($A_s = 616,0 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

○ Tulangan Geser

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 13,50 \cdot 2,00 = 13,50 \text{ kN} = 13500 \text{ N}$$

$$v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{13500}{250 \cdot 345} = 0,156 \text{ MPa}$$

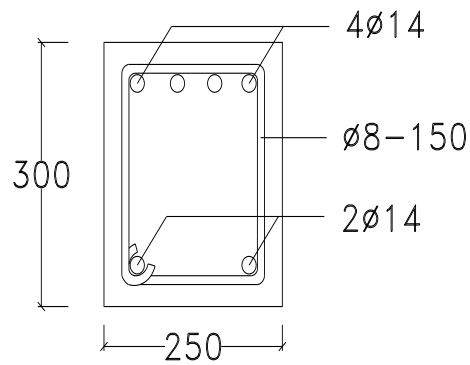
$$\begin{aligned}
 \phi v_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b_w \cdot d \\
 &= \left(\frac{\sqrt{25}}{6} \cdot 250 \cdot 345 \right) 10^{-3} \\
 &= 71,875 \text{ kN} = 0,719 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Karena $v_u < \phi v_c = 0,156 \text{ MPa} < 0,717 \text{ MPa}$ maka tidak harus diberi tulangan geser, hanya tulangan praktis.

Digunakan sengkang:

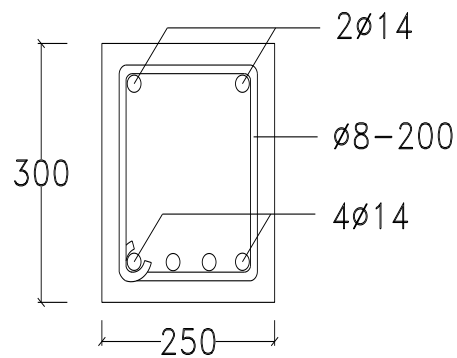
Tumpuan = Ø 8 – 150 mm ($A_s = 335,1 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)

Lapangan = Ø 8 – 200 mm ($A_s = 392,7 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)



Gambar 6.4 Gambar Tulangan Tumpuan

Ring Balok ($Q-R = T-T' = Q'-R'$)



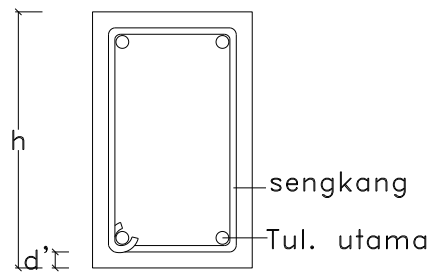
Gambar 6.5 Gambar Tulangan Lapangan

Ring Balok ($Q-R = T-T' = Q'-R'$)

2. Ring balok qRB2 ($R-S = S-T = R'-S' = S'-T'$)

- Tinggi balok = 400 mm
- Lebar balok = 250 mm
- Ø tul utama = 16 mm
- Ø tul sengkang = 8 mm
- Tebal penutup beton = 40 mm

➤ $f_c' = 25 \text{ Mpa}$; $f_y = 240 \text{ Mpa}$



$$d_{\text{eff}} = h - p - \frac{1}{2} \cdot \emptyset \text{ tul utama} - \emptyset \text{ tul sengkang}$$

$$= 400 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 16 - 8$$

$$= 344 \text{ mm}$$

$$M_{\text{lapangan}} = 7,614 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = 0,372 \text{ kNm}$$

○ Tulangan Tumpuan

$$M_{\text{Tumpuan}} = 0,372 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b \cdot d^2} = \frac{0,372}{0,25 \cdot 0,344^2} = 12,574 \text{ kN/m}^2 = 0,0126 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{min}} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{maks}} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \cdot 250 \cdot 342$$

$$= 495,90 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan 3 Ø 16 ($A_s = 533,2 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

○ **Tulangan Lapangan**

$$M_{\text{Lapangan}} = 7,614 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{7,614}{0,25.0,344^2} = 257,369 \text{ kN/m}^2 = 0,2574 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-10 didapat :

$$k = 1,3463 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{min}} = 0,0058$$

$$k = 7,4643 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{maks}} = 0,0403$$

→ maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0058 \cdot 250 \cdot 342 \\ &= 495,90 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 3 Ø 16 ($A_s = 533,2 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

○ **Tulangan Geser**

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 59,998 \cdot 5,50 = 164,995 \text{ kN} = 164995 \text{ N}$$

$$v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{164995}{250 \cdot 344} = 1,918 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \phi v_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b_w \cdot d \\ &= \left(\frac{\sqrt{25}}{6} \cdot 250 \cdot 344 \right) 10^{-3} \\ &= 71,667 \text{ kN} = 0,717 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Karena $v_u > \phi v_c = 1,918 \text{ MPa} > 0,712 \text{ MPa}$ maka tidak memerlukan tulangan geser

$$\text{Chek } \phi v_s \leq \phi v_{s \text{ maks}}$$

$$\begin{aligned}\phi v_s &= v_u - \phi v_c = 1,918 - 0,717 \\ &= 1,201 \text{ MPa} < 2,00 \text{ MPa} \quad (\text{Tabel 17})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_v &= \frac{b.s}{3f_y} \\ &= \frac{250.344}{3.240} \\ &= 119,44 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

A_v = luasan penampang sengkang diambil $\emptyset 10$ ($A_s = 100,6 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

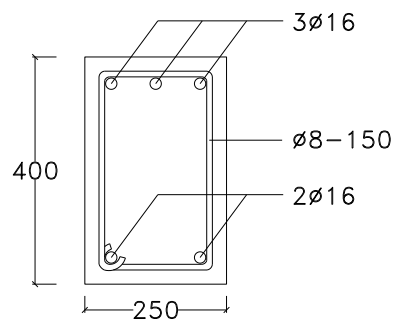
$$\begin{aligned}S &= \frac{A_v \cdot d \cdot f_y \cdot 10^{-3}}{v_s} \\ &= \frac{(100,6.344.240)10^{-3}}{120,1} \\ &= 319,258 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Digunakan sengkang $\emptyset 8 - 150 \text{ mm}$ ($A_s = 335,1 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)

Menentukan spasi maksimum yang dibutuhkan

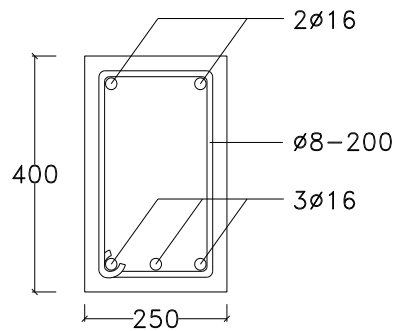
$$S_{\text{maks}} = \frac{3A_v f_y}{B_w} = \frac{3.100,6.240}{250} = 289,728 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang $\emptyset 8 - 200 \text{ mm}$ ($A_s = 392,7 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)



Gambar 6.4 Gambar Tulangan Tumpuan

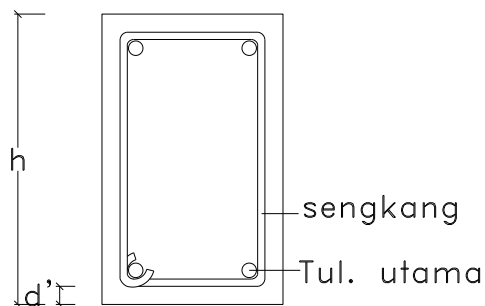
Ring Balok (R-S = S-T = R'-S' = S'-T')



Gambar 6.5 Gambar Tulangan Lapangan Ring Balok ($R-S = S-T = R'-S' = S'-T'$)

3. Balok qB2 ($N-O = O'-N'$)

- Tinggi balok = 500 mm
- Lebar balok = 300 mm
- Tebal penutup beton = 40 mm
- $f_c' = 25 \text{ Mpa}$; $f_y = 240 \text{ Mpa}$



Anggap bahwa $d = h - 100 = 400 \text{ mm}$

$$M_{\text{lapangan}} = 690,446 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = 153,380 \text{ kNm}$$

Dihitung apakah mungkin menggunakan balok bertulangan tarik saja.

Dari Tabel A-10, didapatkan nilai k .

$$\Rightarrow k_{\text{maksimum}} = 7,4643 \text{ Mpa}$$

$$\Rightarrow M_{R \text{ maks}} = \phi \cdot b \cdot d^2 \cdot k$$

$$= 0,8.(300).(400)^2 .(7,4643).10^{-6}$$

$$= 286,629 \text{ kNm}$$

Karena $M_{R \text{ maks}} = 286,629 \text{ kNm} < 690,446 \text{ kNm}$, maka disimpulkan tidak dapat menggunakan balok dengan hanya bertulangan tarik saja, harus bertulangan rangkap.

Pasangan kopel gaya beton tekan dengan tulangan baja tarik mempunyai rasio penulangan kira-kira 90 % dari ρ maks

$$\Rightarrow \rho = 0,90.(0,0403) = 0,0363 \quad \rightarrow \quad k = 6,9200 \text{ MPa}$$

Kuat momen tahanan atau kapasitas pasangan kopel gaya beton tekan dan tulangan baja tarik adalah:

$$\Rightarrow M_{R1} = \phi.b.d^2.k = 0,8.(300).(400)^2 .(6,9200).10^{-6} = 265,728 \text{ kNm}$$

Luas penampang tulangan tarik yang diperlukan untuk pasangan kopel gaya beton tekan dan tulangan baja tarik.

Tulangan baja tekan yang diperlukan:

$$\Rightarrow A_{S1} = \rho.b.d = 0,0363.(300).(400) = 4356 \text{ mm}^2$$

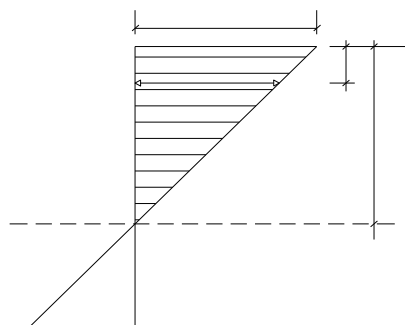


Diagram Regangan Beton Tekan

Pasangan kopel gaya tulangan baja tekan dan tarik ditentukan sehingga kuat momennya memenuhi keseimbangan terhadap momen rencana:

$$\Rightarrow M_{R2} \text{ perlu} = M_u - M_{R1} = 690,446 - 265,728 = 424,718 \text{ kNm}$$

Maka didapatkan:

$$\Rightarrow M_{R2} = \phi \cdot N_{D2} \cdot (d - d')$$

$$\Rightarrow N_{D2} = \frac{M_{R2}}{\phi \cdot (d - d')} = \frac{424718}{0,8 \cdot (400 - 40)} = 1474,715 \text{ kN}$$

Tulangan baja tarik yang diperlukan:

$$\Rightarrow A_{S2} = \frac{N_{D2}}{f_y} = \frac{1474,715 \cdot (10)^3}{240} = 6144,646 \text{ mm}^2$$

Jadi digunakan:

$$\Rightarrow \text{tulangan baja tekan } 5D36 (A_{S'} = 5089,4 \text{ mm}^2)$$

$$\Rightarrow \text{tulangan baja tarik } 6D36 (A_S = 6107,2 \text{ mm}^2)$$

○ Tulangan Geser

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 303,838 \cdot 5,50 = 835,555 \text{ kN} = 835555 \text{ N}$$

$$v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{835555}{300 \cdot 400} = 6,963 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \phi v_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b_w \cdot d \\ &= \left(\frac{\sqrt{25}}{6} \cdot 300 \cdot 400 \right) 10^{-3} \\ &= 100 \text{ kN} = 1,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Karena $v_u < \phi v_c = 6,963 \text{ MPa} < 1,00 \text{ MPa}$ maka tidak diberi tulangan geser,

hanya digunakan tulangan praktis

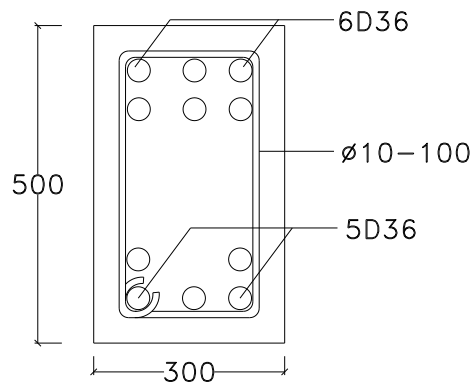
$$\Rightarrow \text{Tumpuan } \phi 10 - 100 \text{ mm} (A_s = 785,4 \text{ mm}^2, \text{ Tabel A-5})$$

⇒ Lapangan $\varnothing 10 - 150$ mm ($A_s = 523,6 \text{ mm}^2$, Tabel A-5)

Check:

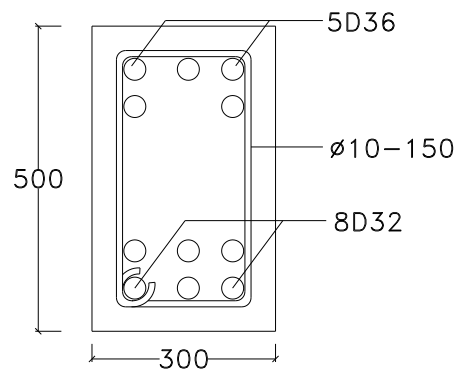
$$\begin{aligned} d_{\text{aktual}} &= h - d' - \frac{1}{2} \cdot \varnothing \text{ tul utama} - \varnothing \text{ tul sengkang} \\ &= 500 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 36 - 10 \\ &= 432 \text{ mm} \end{aligned}$$

Karena $d_{\text{teoritis}} < d_{\text{aktual}} = 400 \text{ mm} < 432 \text{ mm}$, maka rancangan aman



Gambar 6.6 Gambar Tulangan Tumpuan

Balok (N-O = O'-N')

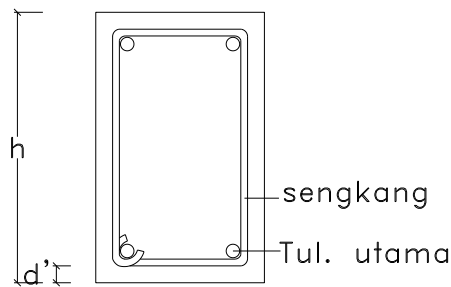


Gambar 6.7 Gambar Tulangan Lapangan

Balok (N-O = O'-N')

4. Balok qB2 (O-P = O'-P')

- Tinggi balok = 500 mm
- Lebar balok = 300 mm
- Tebal penutup beton = 40 mm
- $f_c' = 25 \text{ Mpa}$; $f_y = 240 \text{ Mpa}$



Anggap bahwa $d = h - 100 = 400 \text{ mm}$

$$M_{\text{lapangan}} = 734,184 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = 184,163 \text{ kNm}$$

Dihitung apakah mungkin menggunakan balok bertulangan tarik saja.

Dari Tabel A-10, didapatkan nilai k .

$$\Rightarrow k_{\text{maksimum}} = 7,4643 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow M_{R \text{ maks}} &= \phi \cdot b \cdot d^2 \cdot k \\ &= 0,8 \cdot (300) \cdot (400)^2 \cdot (7,4643) \cdot 10^{-6} \\ &= 286,629 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Karena $M_{R \text{ maks}} = 286,629 \text{ kNm} < 734,184 \text{ kNm}$, maka disimpulkan tidak dapat menggunakan balok dengan hanya bertulangan tarik saja, harus bertulangan rangkap.

Pasangan kopel gaya beton tekan dengan tulangan baja tarik mempunyai rasio penulangan kira-kira 90 % dari ρ maks

$$\Rightarrow \rho = 0,90.(0,0403) = 0,0363 \quad \rightarrow \quad k = 6,9200 \text{ MPa}$$

Kuat momen tahanan atau kapasitas pasangan kopel gaya beton tekan dan tulangan baja tarik adalah:

$$\Rightarrow M_{R1} = \phi.b.d^2.k = 0,8.(300).(400)^2.(6,9200).10^{-6} = 265,728 \text{ kNm}$$

Luas penampang tulangan tarik yang diperlukan untuk pasangan kopel gaya beton tekan dan tulangan baja tarik.

Tulangan baja tekan yang diperlukan:

$$\Rightarrow A_{S1} = \rho.b.d = 0,0363.(300).(400) = 4356 \text{ mm}^2$$

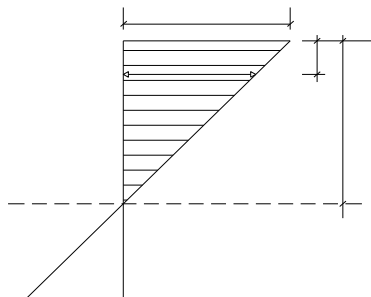


Diagram Regangan Beton Tekan

Pasangan kopel gaya tulangan baja tekan dan tarik ditentukan sehingga kuat momennya memenuhi keseimbangan terhadap momen rencana:

$$\Rightarrow M_{R2} \text{ perlu} = M_u - M_{R1} = 734,184 - 265,728 = 468,456 \text{ kNm}$$

Maka didapatkan:

$$\Rightarrow M_{R2} = \phi.N_{D2}.(d - d')$$

$$\Rightarrow N_{D2} = \frac{M_{R2}}{\phi.(d - d')} = \frac{468456}{0,8.(400 - 40)} = 1626,583 \text{ kN}$$

Tulangan baja tarik yang diperlukan:

$$\Rightarrow A_{s2} = \frac{N_{D2}}{f_y} = \frac{1626,583 \cdot (10)^3}{240} = 6789,929 \text{ mm}^2$$

Jadi digunakan:

$$\Rightarrow \text{tulangan baja tekan } 6D32 (A_s' = 4825,5 \text{ mm}^2)$$

$$\Rightarrow \text{tulangan baja tarik } 8D32 (A_s = 6434,0 \text{ mm}^2)$$

○ **Tulangan Geser**

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 399,518 \cdot 5,50 = 1098,675 \text{ kN} = 1098675 \text{ N}$$

$$v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{1098675}{300 \cdot 400} = 9,155 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \phi v_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b_w \cdot d \\ &= \left(\frac{\sqrt{25}}{6} \cdot 300 \cdot 400 \right) 10^{-3} \\ &= 100 \text{ kN} = 1,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Karena $v_u < \phi v_c = 9,155 \text{ MPa} < 1,00 \text{ MPa}$ maka tidak diberi tulangan geser,

hanya digunakan tulangan praktis

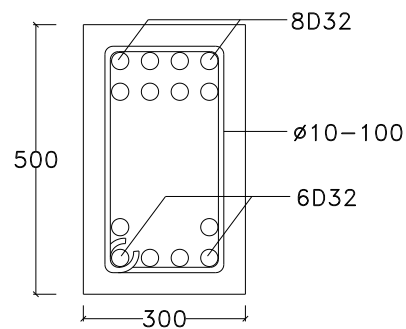
$$\Rightarrow \text{Tumpuan } \emptyset 10 - 100 \text{ mm} (A_s = 785,4 \text{ mm}^2, \text{ Tabel A-5})$$

$$\Rightarrow \text{Lapangan } \emptyset 10 - 150 \text{ mm} (A_s = 523,6 \text{ mm}^2, \text{ Tabel A-5})$$

Check:

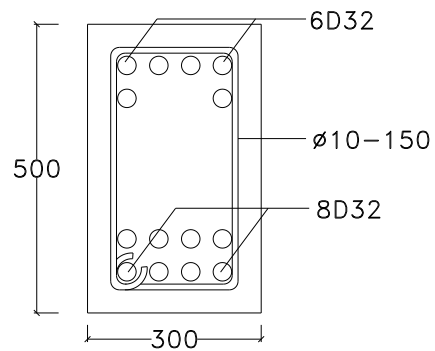
$$\begin{aligned}
 d_{\text{aktual}} &= h - d' - \frac{1}{2} \cdot \emptyset \text{ tul utama} - \emptyset \text{ tul sengkang} \\
 &= 500 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 36 - 10 \\
 &= 432 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Karena $d_{\text{teoritis}} < d_{\text{aktual}} = 400 \text{ mm} < 432 \text{ mm}$, maka rancangan aman



Gambar 6.8 Gambar Tulangan Tumpuan

Balok (O-P = O'-P')



Gambar 6.9 gambar Tulangan Lapangan

Balok (O-P = O'-P')

VI.5.3 Perhitungan Tulangan Kolom

1. Melintang

- Momen dan Gaya Aksial Rencana:

$$N_{maks} = P_u = 1125,853 \text{ kN}$$

$$M_{maks} = M_u = 79,190 \text{ kNm}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{79,190 \cdot (10)^3}{1125,853} = 703,28 \text{ mm}$$

- Menentukan Penulangan

Ditaksir ukuran kolom 400 mm x 600 mm dengan jumlah penulangan 1,5 %.

$$\rho = \rho' = \frac{A_s}{bd} = 0,015 \text{ dengan } d' = 40 \text{ mm}$$

$$A_s = A_s' = 0,015 \cdot (400) \cdot (560) = 3360 \text{ mm}^2$$

Dicoba dengan 6D28 pada masing – masing sisi kolom ($A_s = 3694,6 \text{ mm}^2$)

$$\rho = \frac{3694,6}{400 \cdot (560)} = 0,0165$$

- Pemeriksaan P_u terhadap beban seimbang P_{ub} :

$$d = 600 - 40 = 560 \text{ mm}$$

$$C_b = \frac{600 \cdot (560)}{600 + 400} = 336 \text{ mm}$$

$$a_b = 1 \cdot C_b = 0,85 \cdot (336) = 285,6 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s' = \frac{C_b - d'}{C_b} (0,003) = \frac{336 - 40}{336} (0,003) = 0,0026 < \frac{f_y}{E_s}$$

$$f_s' = E_s \cdot \epsilon_s' = 200000 (0,0026) = 520 \text{ Mpa}$$

$$\phi P_{ub} = 0,65 [0,85 \cdot f_c' \cdot a_b \cdot b + A_s' \cdot f_s' - A_s \cdot f_y]$$

$$= 0,65[0,85(25)(285,6)(400) + 3694,6(520) - 3694,6(400)](10)^{-3}$$

$$= 1866,119 \text{ kN} > P_u = 1125,853 \text{ kN}$$

Dengan demikian kolom akan mengalami hancur dengan diawali luluhnya tulangan tarik.

○ Pemeriksaan Kekuatan Penampang

$$\rho = 0,0165$$

$$m = \frac{400}{0,85 \cdot (25)} = 18,82$$

$$\frac{h - 2e}{2d} = \frac{600 - 1406,56}{1120} = -0,72$$

$$\left(1 - \frac{d'}{d}\right) = 1 - 0,071 = 0,929$$

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b d \cdot \left[\left(\frac{h - 2e}{2d} \right) + \sqrt{\left(\frac{h - 2e}{2d} \right)^2 + 2mp + \left(1 - \frac{d'}{d} \right)} \right]$$

$$= 0,85(25)(400)(560) \cdot \left[-0,72 + \sqrt{0,52 + 2(18,82) \cdot (0,0206) \cdot (0,929)} \right] (10)^{-3}$$

$$= 1874,02 \text{ kN}$$

$$\phi P_n > 0,1 A_g f_c'$$

$$0,65(1874,02) = 1218,11 \text{ kN} > 0,1(240000)(25)(10)^{-3} = 600 \text{ kN}$$

Maka penggunaan nilai $\phi = 0,65$ dapat diterima

○ Pemeriksaan Tegangan pada Tulangan Tekan:

$$a = \frac{P_n}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1874,02(10)^3}{0,85 \cdot (25) \cdot (400)} = 220 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{220}{0,85} = 259 \text{ mm}$$

$$f_s' = 0,003.Es. \frac{c - d'}{c}$$

$$= 0,003(200000) \frac{259 - 40}{259} = 507 \text{ MPa} > f_y = 400 \text{ MPa}$$

Dengan demikian tegangan dalam tulangan tekan sudah mencapai luluh, sesuai anggapan semula.

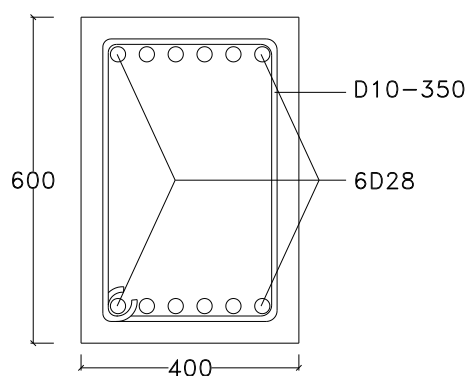
Seperti apa yang didapat di atas, bahwa $P_u = 1701,1 \text{ kN} > \phi P_n = 1125,853 \text{ kN}$, maka perencanaan kolom memenuhi persyaratan.

○ Merencanakan Sengkang

Dengan menggunakan batnag tulangan D10, jarak sesuai spasi sengkang ditentukan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan berikut ini,

- 16 kali diameter tulangan pkok memanjang (D29) = 464 mm
- 48 kali diameter tulangan sengkang (D10) = 480 mm
- Dimensi terkecil kolom = 400 mm

Maka digunakan batang tulangan sengkang D10 dengan jarak 250 mm



Gambar 6.10 Gambar Tulangan Kolom

2. Memanjang

- Momen dan Gaya Aksial Rencana:

$$N_{maks} = P_u = 1158,481 \text{ kN}$$

$$M_{maks} = M_u = 236,769 \text{ kNm}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{236,769 \cdot (10)^3}{1158,481} = 204,38 \text{ mm}$$

- Menentukan Penulangan

Ditaksir ukuran kolom 400 mm x 600 mm dengan jumlah penulangan 1,5 %.

$$\rho = \rho' = \frac{A_s}{bd} = 0,015 \text{ dengan } d' = 40 \text{ mm}$$

$$A_s = A_s' = 0,015 \cdot (400) \cdot (560) = 3360 \text{ mm}^2$$

Dicoba dengan 6D28 pada masing – masing sisi kolom ($A_s = 3694,6 \text{ mm}^2$)

$$\rho = \frac{3694,6}{400 \cdot (560)} = 0,0165$$

- Pemeriksaan P_u terhadap beban seimbang P_{ub} :

$$d = 600 - 40 = 560 \text{ mm}$$

$$C_b = \frac{600 \cdot (560)}{600 + 400} = 336 \text{ mm}$$

$$a_b = 1 \cdot C_b = 0,85 \cdot (336) = 285,6 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s' = \frac{C_b - d'}{C_b} (0,003) = \frac{336 - 40}{336} (0,003) = 0,0026 < \frac{f_y}{E_s}$$

$$f_s' = E_s \cdot \epsilon_s' = 200000 (0,0026) = 520 \text{ Mpa}$$

$$\phi P_{ub} = 0,65 [0,85 \cdot f_c' \cdot a_b \cdot b + A_s' \cdot f_s' - A_s \cdot f_y]$$

$$= 0,65[0,85(25)(285,6)(400) + 3694,6(520) - 3694,6(400)](10)^{-3}$$

$$= 1866,119 \text{ kN} > P_u = 1125,853 \text{ kN}$$

Dengan demikian kolom akan mengalami hancur dengan diawali luluhnya tulangan tarik.

○ Pemeriksaan Kekuatan Penampang

$$\rho = 0,0165$$

$$m = \frac{400}{0,85 \cdot (25)} = 18,82$$

$$\frac{h - 2e}{2d} = \frac{600 - 408,76}{1120} = 0,17$$

$$\left(1 - \frac{d'}{d}\right) = 1 - 0,071 = 0,929$$

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d \cdot \left[\left(\frac{h - 2e}{2d} \right) + \sqrt{\left(\frac{h - 2e}{2d} \right)^2 + 2mp + \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \right]$$

$$= 0,85(25)(400)(560) \cdot [0,17 + \sqrt{0,03 + 2(18,82) \cdot (0,0206) + (0,929)}](10)^{-3}$$

$$= 7077,93 \text{ kN}$$

$$\phi P_n > 0,1 A_g f_c'$$

$$0,65(7077,93) = 4600,65 \text{ kN} > 0,1(240000)(25)(10)^{-3} = 600 \text{ kN}$$

Maka penggunaan nilai $\phi = 0,65$ dapat diterima

○ Pemeriksaan Tegangan pada Tulangan Tekan:

$$a = \frac{P_n}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{7077,93(10)^3}{0,85 \cdot (25) \cdot (400)} = 833 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{833}{0,85} = 980 \text{ mm}$$

$$f_s' = 0,003.E_s. \frac{c - d'}{c}$$

$$= 0,003(200000) \frac{980 - 40}{980} = 575 \text{ MPa} > f_y = 400 \text{ MPa}$$

Dengan demikian tegangan dalam tulangan tekan sudah mencapai luluh, sesuai anggapan semula.

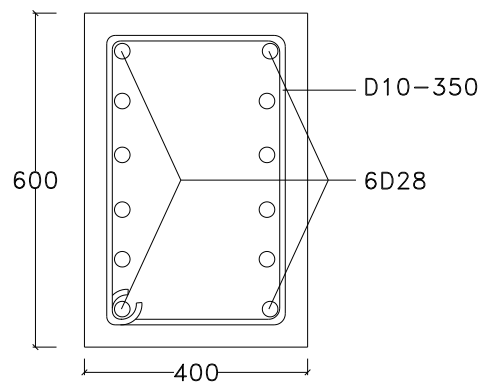
Seperti apa yang didapat di atas, bahwa $P_u = 7077,93 \text{ kN} > \phi P_n = 1125,853 \text{ kN}$, maka perencanaan kolom memenuhi persyaratan.

- Merencanakan Sengkang

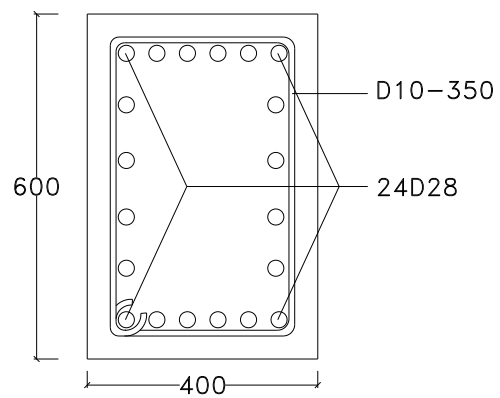
Dengan menggunakan batnag tulangan D10, jarak sesuai spasi sengkang ditentukan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan berikut ini,

- d. 16 kali diameter tulangan pokok memanjang (D29) = 464 mm
- e. 48 kali diameter tulangan sengkang (D10) = 480 mm
- f. Dimensi terkecil kolom = 400 mm

Maka digunakan batang tulangan sengkang D10 dengan jarak 250 m



Gambar 6.11 Gambar Tulangan Kolom



Gambar 6.12 Gambar Tulangan Kolom

BAB VII

PERENCANAAN PONDASI

VII.1. Dasar Perencanaan

Struktur bawah (*Sub Structure*) direncanakan dengan menggunakan konstruksi pondasi tiang pancang dengan bahan beton bertulang dengan mutu beton $f_c' = 25$ MPa dan mutu baja $f_y = 240$ MPa. Perhitungan pondasi tiang pancang didasarkan pada kekuatan tahanan ujung (*Point Bearing*).

VII.2. Data Tiang Pancang

Digunakan tiang pancang dengan bentuk bulat berdiameter 30 cm

$$P_{\max} = 101,772 \text{ Ton}$$

$$\begin{aligned} A &= \pi \cdot r^2 = 3,14 \times (15)^2 \\ &= 706,86 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling} &= 2 \cdot \pi \cdot r \\ &= 2 \times 3,14 \times 15 \\ &= 94,25 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Mutu beton } f_c' = 25 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \sigma'_b &= 0,33 \times f_c' \\ &= 0,33 \times 25 \\ &= 8,25 \text{ MPa} \end{aligned}$$

VII.3. Daya Dukung Tiang Pancang

➤ Berdasarkan Data Sondir

Faktor keamanan = 3 dan 5

Harga cleef rata-rata (c) = 652 kg/cm

Nilai konus dari hasil sondir (p) = 210 kg/cm²

O (keliling) = 94,25 cm

A (luas) = 706,86 cm²

$$\begin{aligned} Q \text{ tiang} &= \frac{A.p}{3} + \frac{O.c}{5} \\ &= \frac{706,86.210}{3} + \frac{94,25.652}{5} \\ &= 61770,110 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tiang} &= \text{Volume} \cdot \gamma \text{ beton} \\ &= \pi.r^2.h.2400 \\ &= 3,14 \times 0.15^2 \times 12,0 \times 2400 = 2305,752 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Daya dukung tiang individu (*singgle pile*)

$$\begin{aligned} Q_{sp} &= Q_t - \text{Berat tiang} \\ &= 61770,110 - 2305,752 \\ &= 59464,358 \text{ Kg} = 59,464 \text{ Ton} \end{aligned}$$

VII.4. Perhitungan Efisiensi dan Beban Maksimum Tiang Pancang

➤ **Efisiensi *Pile Group* (Efisiensi kelompok tiang pancang)**

Rumus Converse – labarre :

$$m = 3, n = 2, D = 30, S = 60$$

$$\theta = \arctan \frac{D}{S} = \arctan \frac{30}{60} = 26,565$$

$$\text{Eff} = 1 - \frac{\theta}{90} \times \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m.n} \right]$$

$$\text{Eff} = 1 - \frac{26,565}{90} \times \left[\frac{(2-1).3 + (3-1).2}{3.2} \right] = 0,822$$

Keterangan:

m: Jumlah tiang dalam suatu jurusan

n: Jumlah tiang dalam arah lain

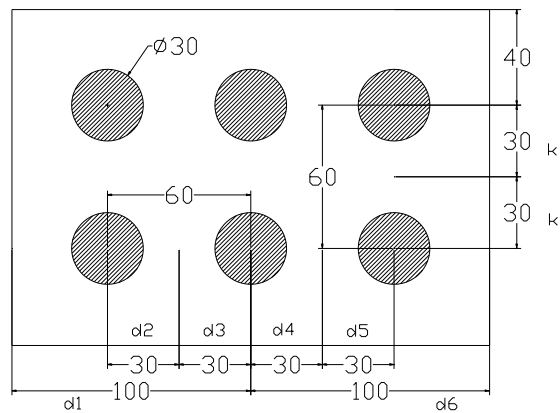
D: Diameter tiang

S: Jarak antar tiang (1,5 - 3,5.Ø tiang)

$$P_{ult} = \text{Eff} \times Q_{sp} (\text{individu})$$

$$= 0,822 \times 59,734 = 49,120 \text{ Ton}$$

Sketsa Rencana pile group



Gambar 7.1 Sketsa Rencana Pile Group

➤ **Beban Maksimum Yang Diterima Tiang**

Tiang pancang menahan momen dari dua arah

$$\Sigma V = 101,772 \text{ Ton}$$

$$\Sigma M_x = 16,157 \text{ Tm}$$

$$\Sigma M_y = 135,090 \text{ Tm}$$

$$X_{max} = 0,60$$

$$Y_{max} = 0,30$$

$$\Sigma X^2 = 3 \times 2 \times 0,60^2 = 2,16 \text{ m}^2$$

$$\Sigma Y^2 = 2 \times 2 \times 0,30^2 = 0,36 \text{ m}^2$$

$$P_{maks} = \frac{\Sigma V}{n} \pm \frac{\Sigma M_y \cdot X_{max}}{n_y \Sigma X^2} \pm \frac{\Sigma M_x \cdot Y_{max}}{n_x \Sigma Y^2}$$

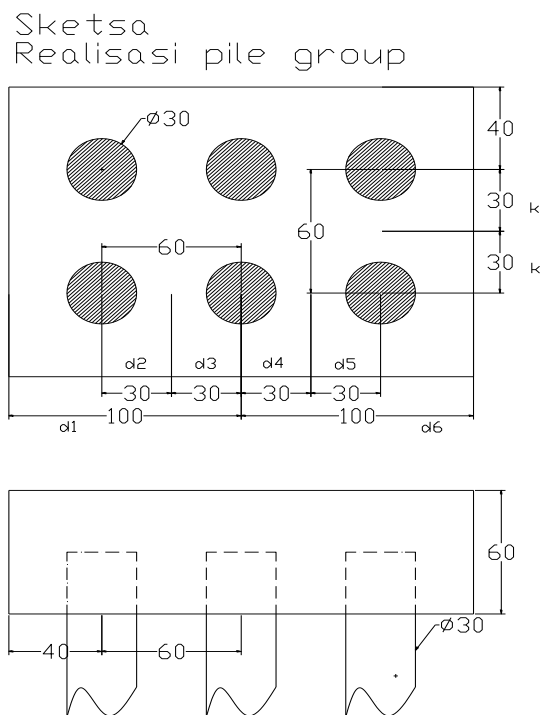
$$P_{maks} = \frac{101,772}{6} \pm \frac{135,090 \cdot 0,6}{2,16} \pm \frac{16,157 \cdot 0,3}{3,036}$$

$$P_{maks} = 44,70 \text{ Ton}$$

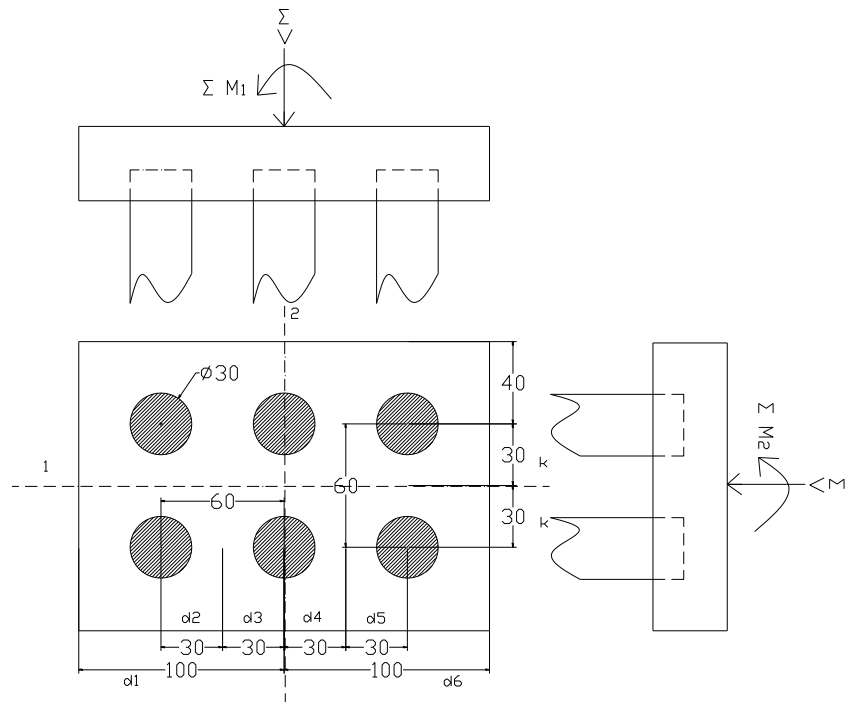
$$P_{maks} = 44,70 \text{ Ton} < P_{ult} = 49,120 \text{ Ton} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

Kesimpulan:

- Realisasi di lapangan digunakan 6 buah tiang pancang dalam 1 *pile group*, dengan spesifikasi Ø 30 cm dan panjang per 1 tiang 6 meter.
- *Pile group* dengan spesifikasi diatas digunakan untuk semua titik pondasi tiang pancang.



Gambar 7.2 Sketsa Realisasi *Pile Group* di Lapangan

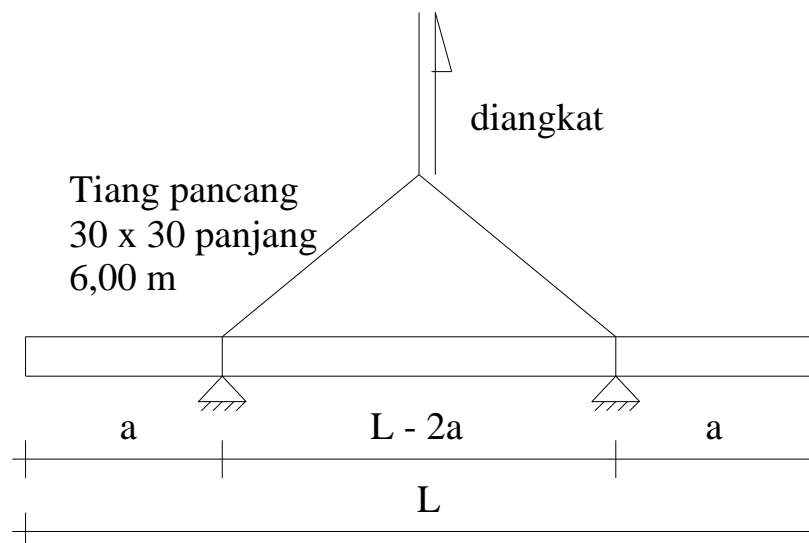


Gambar 7.3 Sketsa *Pile Group* Berdasarkan Perhitungan Gaya V dan M

VII.5. Perhitungan Penulangan Tiang Pancang

Penulangan didasarkan pada keamanan pada waktu pengangkutan.

a. Cara 1 (posisi horisontal)



g = berat tiang pancang per meter

$$= 0,30 \cdot 0,3 \cdot 2400$$

$$= 216 \text{ Kg/m}$$

$$M_1 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot a^2$$

$$M_2 = \frac{1}{8} \cdot g \cdot (L-2a)^2 - \frac{1}{2} \cdot g \cdot a^2$$

$$\text{Misal } M_1 = M_2$$

$$\frac{1}{2} \cdot g \cdot a^2 = \frac{1}{8} \cdot g \cdot (L-2a)^2 - \frac{1}{2} \cdot g \cdot a^2$$

$$4a^2 + 4aL - L^2 = 0$$

$$a = 0,209 \cdot L$$

$$= 0,209 \cdot 6,0$$

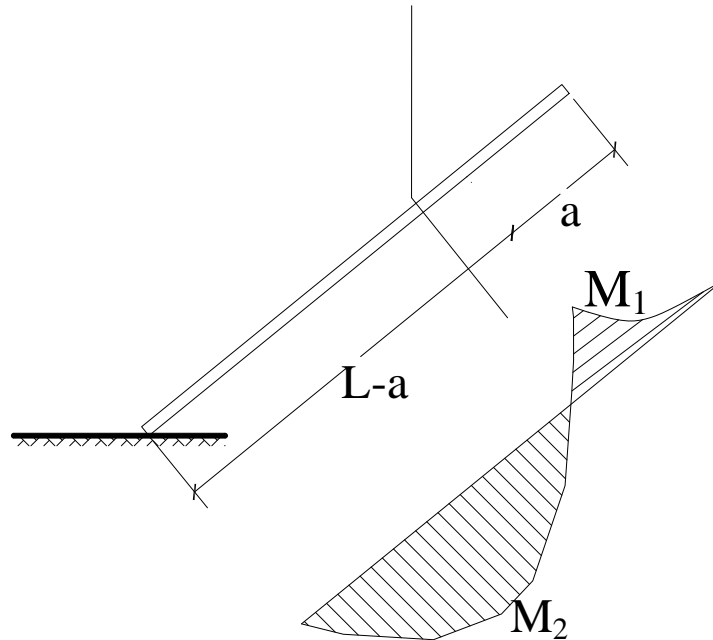
$$= 1,254 \text{ m}$$

$$M_1 = M_2 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot a^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 216 \cdot 1,254^2$$

$$= 169,832 \text{ Kgm}$$

b. Cara 2 (posisi miring)



$$M_1 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot a^2$$

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{1}{2} \cdot g \cdot (L-a) - \frac{\frac{1}{2} \cdot g \cdot a^2}{L-a} \\ &= \frac{g \cdot (L-a)}{2} - \frac{g \cdot a^2}{2(L-a)} \\ &= \frac{g \cdot L^2 - 2 \cdot a \cdot g}{2 \cdot (L-a)} \end{aligned}$$

$$M_x = R_1 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot g \cdot x^2$$

$$\text{Syarat ektrim} = \frac{dM_x}{dx} = 0$$

$$R_1 - gx = 0$$

$$x = \frac{R_1}{2 \cdot (L-a)} = \frac{L^2 - 2 \cdot a \cdot L}{2 \cdot (L-a)}$$

$$M_{\max} = M_2$$

$$= R_1 \frac{L^2 - 2.a.L}{2.(L - a)} - \frac{1}{2}.g. \left\{ \frac{L^2 - 2.a.L}{2.(L - a)} \right\}^2$$

$$= \frac{1}{2}.g. \frac{L^2 - 2.a.L}{2.(L - a)}$$

$$M_1 = M_2 = R_1 \rightarrow \frac{1}{2}.g.a^2 = \frac{1}{2}.g. \left\{ \frac{L^2 - 2.a.L}{2.(L - a)} \right\}^2$$

$$a = \frac{L^2 - 2.a.L}{2.(L - a)} \rightarrow 2a^2 - 4aL + L^2 = 0$$

$$a = 0,29 L = 0,29.6 = 1,74 \text{ m}$$

$$M_1 = M_2 = \frac{1}{2}.g.a^2 = \frac{1}{2} . 216. 1,74^2 = 326,98 \text{ Kgm}$$

Jadi keadaan yang paling menentukan adalah $M_u = 326,98 \text{ Kgm}$

➤ Perhitungan Tulangan

Perbandingan rumus tiang pancang bulat dengan tiang pancang persegi

didapat hasil perhitungan :

$$\frac{\pi.d^2}{4} = b^2 = h^2$$

$$h = \sqrt{\frac{\pi.d^2}{4}}$$

$$h = d. \frac{1}{2} \sqrt{3,14}$$

$$h = 0,886 . d$$

$$h = 0,886 . 30 = 26,58 \text{ cm}$$

○ **Tulangan Utama**

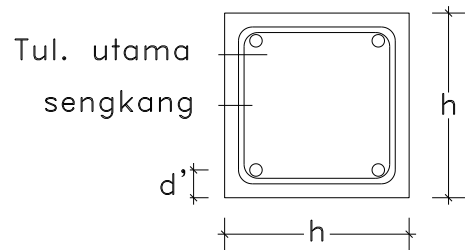
$$d = h - p - \phi \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan utama}$$

$$= 26,58 - 4 - 1 - \frac{1}{2} \cdot 1,9$$

$$= 20,63 \text{ cm}$$

$$f_c' = 25 \text{ MPa}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$



$$k = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{32698}{0,8 \cdot 0,266 \cdot 0,206^2} = 3620,89 \text{ kN/m}$$

$$m = f_y / 0,85 \cdot f_c'$$

$$m = 240 / 0,85 \cdot 25 = 11,294$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot k \cdot m}{f_y}} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 25}{240} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 3,621 \cdot 11,294}{240}} \right) = 0,0166 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,005833$$

$$k_{\min} = 1,3463 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\max} = 0,0403181$$

$$k_{\max} = 7,4643 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}, \text{ maka digunakan } \rho = 0,0166$$

$$\text{As yang dibutuhkan} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0166 \cdot 265,8 \cdot 300$$

$$= 1323,684 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan } 6 \phi 18 \text{ (As} = 1526,8 \text{ mm}^2\text{)}$$

○ **Penulangan Geser**

$$V_u = g.(L - a) = 216.(6 - 3,48) = 544,32 \text{ Kg}$$

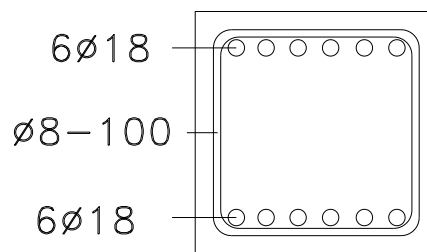
$$V_c = 1/6 . \sqrt{f'_c} . b . d = 1/6 . \sqrt{25} . 265,8 . 300 = 69693,35 \text{ Kg}$$

$$\phi V_c = 0,6 . 69693,35 = 41816,0 \text{ Kg}$$

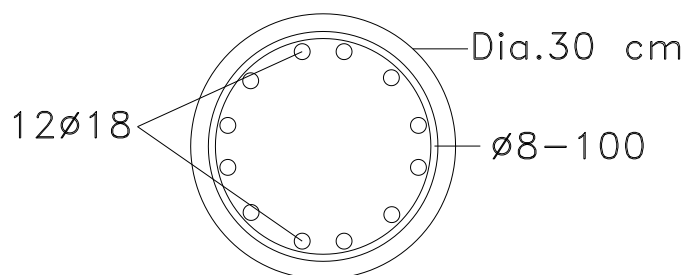
$V_u < \phi V_c$ dipakai tulangan geser minimum

$$A_{s \text{ min}} = \frac{b_y}{3 f_y} = \frac{300.0000}{3.2400} = 416,67 \text{ mm}^2$$

Digunakan $\phi 8 - 100$ dengan $A_s = 502,7 \text{ mm}^2$



Gambar 7.4 Sketsa Penulangan Tiang Pancang Persegi



Gambar 7.5 Sketsa Penulangan Tiang Pancang Bulat

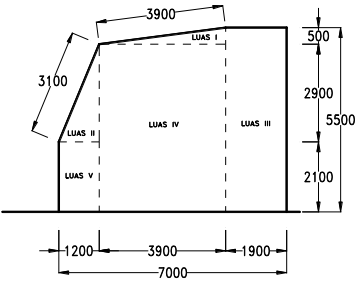
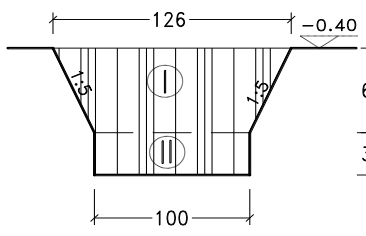
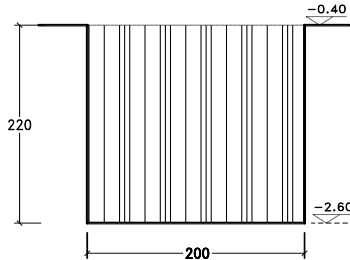
BAB VIII

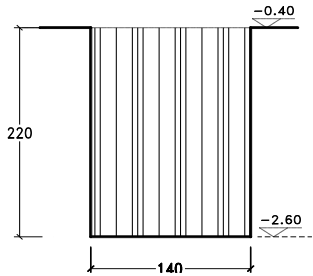
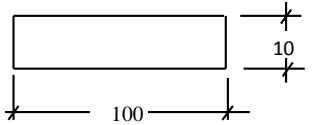
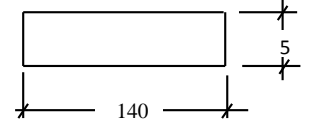
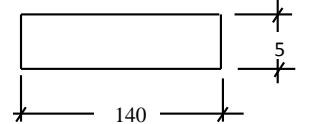
RENCANA ANGGARAN BIAYA

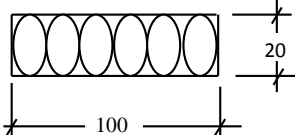
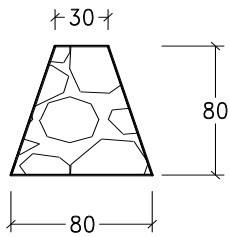
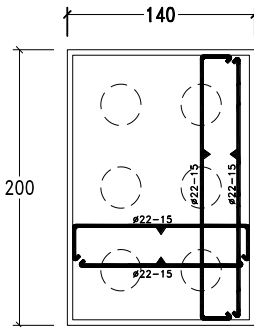
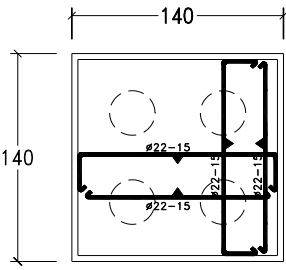
Dalam perencanaan suatu gedung perlu adanya Perencanaan Anggaran dan Biaya yang matang. Dalam Pembangunan Gedung Tiga Lantai Ruang Kuliah Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang, Rencana Anggaran dan Biayanya disusun dan dirancang seefisien mungkin dengan menggunakan analisa-analisa yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum, sehingga dalam pelaksanaannya nanti dapat berjalan sesuai dengan perkiraan dan rencana.

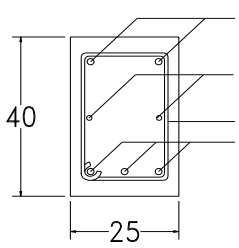
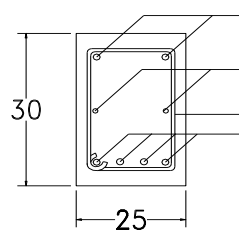
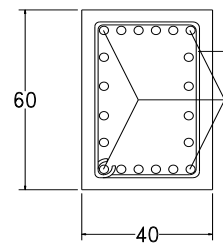
Berikut Perhitungan Rencana dan Anggaran Biaya Dalam Pembangunan Gedung Tiga Lantai Ruang Kuliah Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

Perhitungan Volume Pekerjaan

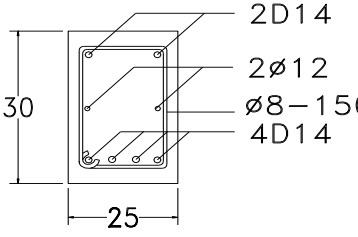
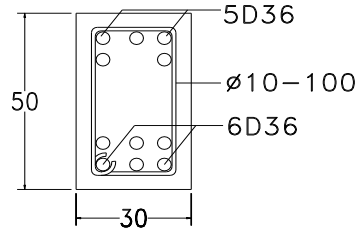
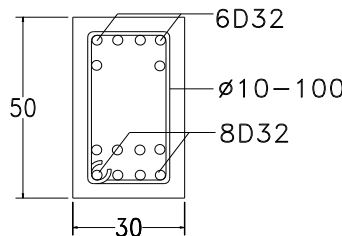
NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
I PEKERJAAN AWAL			
1,1	Pembersihan Lahan		
		$\begin{aligned} \text{Luas I} &= (39 \times 5) / 2 = 97,50 \text{ m}^2 \\ \text{Luas II} &= (12 \times 29) / 2 = 174,00 \text{ m}^2 \\ \text{Luas III} &= 19 \times 54 = 1.026,00 \text{ m}^2 \\ \text{Luas IV} &= 39 \times 54 = 2.106,00 \text{ m}^2 \\ \text{Luas V} &= 12 \times 21 = 252,00 \text{ m}^2 \end{aligned}$	
		Total Luas	= 3.655,50 m²
1,2	Bow Plank	Keliling	= 113,00 m
1,3	Alat bantu / perancah		1 Ls
1,4	Air kerja & listrik kerja		1 Ls
1,5	Administrasi & dokumentasi		1 Ls
1,6	Papan nama proyek		1 Ls
1,7	Direksi Kit		80 m²
1,8	Pagar Keliling		234 m
II PEKERJAAN TANAH			
2,1	Galian Tanah (Pondasi Batu Belah/Lajur)		
	a) Tipe 1		
		$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 233,1 \text{ m} \\ \text{Luas} &= ((100+126)/2 \times 65) + (30 \times 100) = 1,03 \text{ m}^2 \\ \text{Volume} &= 233,1 \times 1,03 = 241,14 \text{ m}^3 \end{aligned}$	
2,2	Galian Tanah Foot Plat / Pile Cap		
	a) Tipe 1		
		$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 24 \text{ bh} \\ \text{Vol. Galian} &= 1,4 \times 2,20 \times 2,0 = 6,16 \text{ m}^3 \\ \text{Vol. Total} &= 6,16 \times 24 = 147,84 \text{ m}^3 \end{aligned}$	

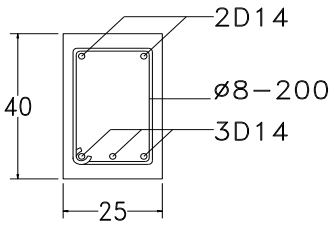
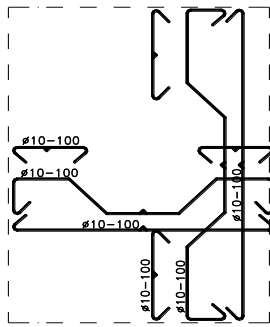
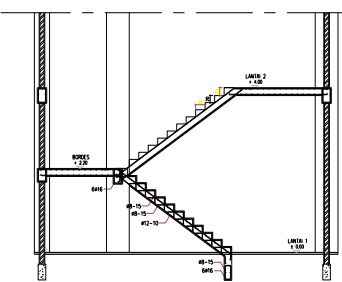
NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
	b) Tipe 2		
		Jumlah = 8 bh Vol. Galian = $1,40 \times 2,20 \times 1,40$ = 4,31 m ³ Vol. Total = $4,31 \times 8$ = 34,48 m ³	
	Total Volume Galian Tanah	=	423,462 m³
2,4	Urugan Tanah Kembali total galian-volume podasi+urugan tanah bawah lantai = $423,462 - ((0,3 \times 1 \times 233,1) + (0,5 \times (0,54 + 0,80) \times 0,65 \times 233,1))$ = $423,462 - (69,93 + 101,515)$		= 252,017 m³
2,5	Urugan Tanah Bawah Lantai Tebal Urugan = 2 cm Luas Lantai = 453,111 m ² Volume = $0,2 \times 453,111$	=	90,62 m³
2,6	Urugan Pasir Bawah Lantai Tebal Urugan = 5 cm Luas Lantai = 453,111 m ² Volume = $0,05 \times 453,111$	=	22,66 m³
III PEKERJAAN PASANGAN PONDASI			
3,1	Urugan Pasir		
	a) Pondasi Lajur		
		Panjang = 233,1 m Luas = $1 \times 0,1$ = 0,10 m ² Volume = $233,1 \times 0,1$ = 23,31 m ³	
	b) Pile Cap / Foot plat > Tipe P1		
		Jumlah = 24 bh Vol. Urugan = $1,4 \times 0,05 \times 2$ = 0,140 m ³ Total = $0,14 \times 24$ = 3,36 m ³	
	> Tipe P2		
		Jumlah = 8 bh Vol. Urugan = $1,4 \times 0,05 \times 1,4$ = 0,098 m ³ Total = $0,098 \times 8$ = 0,784 m ³	
	Total Volume Urugan Pasir	=	27,45 m³

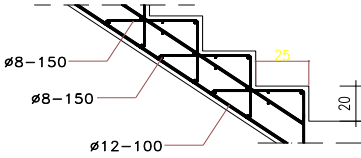
NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
3,2	a) Pasangan Aanstamping		
		Panjang = 233,1 m Luas = 1.0×0.2 = 0,20 m ² Volume = $233,1 \times 0.2$ =	46,62 m ³
3,3	Pasangan Batu Belah		
		Panjang = 233,1 m Luas = $(0.8+0.3) \times 0.5 \times 0.8$ = 0,044 m ² Volume = $233,1 \times 0.044$ =	10,26 m ³
IV PEKERJAAN BETON BERTULANG			
4,1	Pile Cap / Footplat		
	a) Tipe 1		
		Jumlah = 24 bh Tiang Pancang = 144 bh Volume = $1.40 \times 2.20 \times 0.60$ = 1,848 m ³ Volume Total = 24×1.848 = 44,352 m ³ <u>Pembesian :</u> Tul arah melintang : 9 D22 (Bawah) = $1.54 \times 9 \times 2.98$ = 41,303 kg 9 D22 (atas) = $2.58 \times 9 \times 2.98$ = 69,196 kg Tul arah memanjang : 14 D22 (Bawah) = $2.34 \times 14 \times 2.98$ = 97,625 kg 14 D22 (Atas) = $3.38 \times 14 \times 2.98$ = 141,01 kg Total = 238,64 kg Kapasitas Tul = $238.639 / 1.848$ = 129,13 kg/m ³ Bekisting = $(7.20 \times 0.6) / 1.848$ = 2,338 m ² /m ³ Luas / m	
	b) Tipe 2		
		Jumlah = 8 bh Tiang Pancang = 32 bh Volume = $1.40 \times 1.40 \times 0.60$ = 1,176 m ³ Volume Total = 8×1.176 = 9,408 m ³ <u>Pembesian :</u> Tul melintang = memanjang : 9 D22 (Bawah) = $2 \times 1.54 \times 9 \times 2.98$ = 82,606 kg 9 D22 (atas) = $2 \times 1.54 \times 9 \times 2.98$ = 82,606 kg Total = 165,21 kg Kapasitas Tul = $165.212 / 1.176$ = 140,49 kg/m ³ Bekisting = $(5.60 \times 0.6) / 1.176$ = 2,857 m ² /m ³ Luas / m	
		Total Volume Pondasi Foot Plat = 53,76 m ³ Total Kapasitas Tulangan = 134,81 kg/m ³ Total Tiang Pancang = 176 bh Total Kapasitas Bekisting = 2,60 m ² /m ³	

NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
4,2	Sloof		
	a) Tipe S1		
		Panjang = 169,9 m Volume = $0.40 \times 0.25 \times 1.0$ = 0,1 m ³ Volume Total = 0.10×169.9 = 16,99 m ³ <u>Pembesian :</u> 5 D 16 = 5×1.58 = 7,9 kg 2 Ø 12 = 2×0.89 = 1,78 kg Ø8 - 150 = $(1000/150) \times \{(0.34 \times 2) + (0.19 \times 2) + 0.08\}$ $\times 0.40$ = 1,997 kg Total = 11,677 kg Kapasitas Tul = $11.677 / 0.10$ = 116,77 kg/m ³ <u>Bekisting :</u> Luas / m = $(2 \times 0.4) / 0.10$ = 8 m ² /m	
	b) Tipe S2		
		Panjang = 63,2 m Volume = $0.30 \times 0.25 \times 1.0$ = 0,075 m ³ Volume Total = 0.075×63.2 = 4,74 m ³ <u>Pembesian :</u> 6 D 14 = 6×1.21 = 7,26 kg 2 Ø 12 = 2×0.89 = 1,78 kg Ø8 - 150 = $(1000/150) \times \{(0.24 \times 2) + (0.19 \times 2) + 0.08\}$ $\times 0.40$ = 1,464 kg Total = 10,504 kg Kapasitas Tul = $10.504 / 0.075$ = 140,05 kg/m ³ <u>Bekisting :</u> Luas / m = $(2 \times 0.3) / 0.075$ = 8 m ² /m	
		Total Volume Sloof = 21,73 m ³ Total Kapasitas Tulangan = 128,41 kg/m ³ Total Kapasitas Bekisting = 8 m ² /m	
4,3	Kolom		
	a) Tipe K1 Ukuran (40 x 60)		
		Tinggi = 13,8 m Jumlah = 24 bh Volume = $0.4 \times 0.6 \times 1.0$ = 0,24 m ³ Volume Total = $0.24 \times 13.8 \times 24$ = 79,488 m ³ <u>Pembesian :</u> 20 D28 = 20×4.84 = 96,8 kg Ø10- 350 = $(1000/150) \times \{(0.54 \times 2) + (0.34 \times 2) + 0.10\}$ $\times 0.62$ = 3,3 kg Total = 100,1 kg Kapasitas Tul = $100.10 / 0.024$ = 417,08 kg/m ³ <u>Bekisting :</u> Luas / m = $\{2 \times (0.4 + 0.6)\} / 0.24$ = 8,33 m ² /m	

NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
b) Tipe K2 Ukuran (40 x 40)			
	Tinggi	=	13,8 m
	Jumlah	=	8 bh
	Volume	=	$0.4 \times 0.4 \times 1.0$
		=	0,16 m ³
	Volume Total	=	$0.16 \times 13.8 \times 8$
		=	17,664 m ³
	<u>Pembesian :</u>		
	16 D28	=	$16 \times 4.84 = 77,44 \text{ kg}$
	Ø10- 350	=	$(1000/150) \times \{(0.54 \times 2) + (0.34 \times 2) + 0.10\}$
		x 0.62	= 2,59 kg
Total			= 80,03 kg
Kapasitas Tul			
=			$80.03 / 0.16 = 500,19 \text{ kg/m}^3$
<u>Bekisting :</u>			
Luas / m			= $\{2 \times (0.4 + 0.4)\} / 0.16 = 10 \text{ m}^2/\text{m}$
c) Tipe Kp Ukuran (15 x15)			
	Tinggi	=	4 m
	Jumlah	=	76 bh
	Volume	=	$0.15 \times 0.15 \times 1.0$
		=	0,0225 m ³
	Volume Total	=	$0.0225 \times 4 \times 76$
		=	6,840 m ³
	<u>Pembesian :</u>		
	4 D12	=	$4 \times 0.89 = 3,56 \text{ kg}$
	Ø8- 200	=	$(1000/200) \times \{(0.11 \times 2) + (0.11 \times 2) + 0.08\}$
		x 0.40	= 0,56 kg
Total			= 4,12 kg
Kapasitas Tul			
=			$4.12 / 0.0225 = 183,11 \text{ kg/m}^3$
<u>Bekisting :</u>			
Luas / m			= $\{(2 \times 0.4) \times 2\} / 0.0225 = 26,67 \text{ m}^2/\text{m}$
Total Volume Kolom			= 103,99 m ³
Total Kapasitas Tulangan			= 366,79 kg/m ³
Total Kapasitas Bekisting			= 15 m ² /m
4,4 Balok dan Ring Balk			
a) Ring Balk Tipe 1			
Ukuran = 20 x 40 cm		Volume	= $0.4 \times 0.25 \times 1.0$
Panjang = 118,5 m			= 0,1 m ³
		Volume Total	= 0.10×118.5
			= 11,85 m ³
	<u>Pembesian :</u>		
	5 D16	=	$5 \times 1.58 = 7,9 \text{ kg}$
	2 Ø12	=	$2 \times 0.89 = 1,78 \text{ kg}$
	Ø8- 150	=	$(1000/150) \times \{(0.34 \times 2) + (0.19 \times 2) + 0.08\}$
		x 0.40	= 1,997 kg
	Total		
Kapasitas Tul			= $11,677 / 0.10 = 116,77 \text{ kg/m}^3$

NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
		<u>Bekisting :</u>	
		Luas / m = $(2 \times 0.4) / 0.10$	= 8 m ² /m
	b) Ring Balk Tipe 2		
	> Ukuran = 25 x 30 cm	Volume = $0.3 \times 0.25 \times 1.0$	
	Panjang = 74,2 m	= 0,075 m ³	
		Volume Total = 0.10×74.2	
		= 7,42 m ³	
		<u>Pembesian :</u>	
		6 D14 = 6×1.21	= 7,26 kg
		2 Ø12 = 2×0.89	= 1,78 kg
		Ø 8 – 150 = $(1000/150) \times \{(0.24 \times 2) + (0.19 \times 2) + 0.08\}$	
		x 0.40 =	1,464 kg
		Total =	10,504 kg
		Kapasitas Tul = $10,504 / 0.075$	= 140,05 kg/m ³
		<u>Bekisting :</u>	
		Luas / m = $(2 \times 0.3) / 0.075$	= 8 m ² /m
		Total Volume Ring Balok	= 19,27 m³
		Total Kapasitas Tulangan	= 128,41 kg/m³
		Total Kapasitas Bekisting	= 8 m²/m
	c) Balok Melintang / Memanjang Tipe 1 (B1) (30 x 50)		
	> Ukuran = 30 x 50 cm	Volume = $0.30 \times 0.50 \times 1.0$	
	Panjang = 98,2 m	= 0,15 m ³	
		Volume Total = 0.15×98.2	
		= 14,73 m ³	
		<u>Pembesian :</u>	
		11 D36 = 11×7.99	= 87,89 kg
		Ø 10 – 100 = $(1000/100) \times \{(0.44 \times 2) + (0.24 \times 2) + 0.10\}$	
		x 0.62 =	9,05 kg
		Total =	96,94 kg
		Kapasitas Tul = $96,94 / 0.15$	= 646,27 kg/m ³
		<u>Bekisting :</u>	
		Luas / m = $(2 \times 0.5) + 0.3 / 0.15$	= 8,67 m ² /m
	d) Balok Melintang / Memanjang Tipe 2 (B2) (30 x 50)		
	> Ukuran = 30 x 50 cm	Volume = $0.30 \times 0.50 \times 1.0$	
	Panjang = 146,2 m	= 0,15 m ³	
		Volume Total = 0.15×146.2	
		= 21,93 m ³	
		<u>Pembesian :</u>	
		14 D32 = 14×6.32	= 88,48 kg
		Ø 10 – 100 = $(1000/100) \times \{(0.44 \times 2) + (0.24 \times 2) + 0.10\}$	
		x 0.62 =	5,81 kg
		Total =	94,29 kg
		Kapasitas Tul = $94,29 / 0.15$	= 628,6 kg/m ³
		<u>Bekisting :</u>	
		Luas / m = $(2 \times 0.5) + 0.3 / 0.15$	= 8,67 m ² /m
	e) Balok Bordes (Tangga)		
	> Ukuran = 0.25 x 0.40 cm	Volume = $0.25 \times 0.40 \times 1.0$	
	Panjang = 3.65 m	= 0,1 m ³	
	Jumlah = 2	Volume Total = $0.10 \times 3.65 \times 2$	
		= 0,73 m ³	

NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
		<u>Pembesian :</u> 5 D14 = $5 \times 1.21 = 6,05 \text{ kg}$ $\text{Ø } 8 - 200 = \frac{(1000/200) \times \{(0.34 \times 2) + (0.19 \times 2) + 0.08\} \times 0.39}{1} = 2,22 \text{ kg}$ Total = $8,27 \text{ kg}$ Kapasitas Tul = $8.27 / 0.10 = 82,7 \text{ kg/m}^3$ <u>Bekisting :</u> Luas / m = $(2 \times 04) + 0.25 / 0.10 = 10,5 \text{ m}^2/\text{m}$	
		Total Volume Balok = 56,66 m³ Total Kapasitas Tulangan = 322,88 kg/m³ Total Kapasitas Bekisting = 8,768 m²/m	
4,5	Plat Lantai		
		Luas Lantai = $1311,04 \text{ m}^2$ Tebal = 12 cm Volume = $1311.040 \times 0.12 = 157,325 \text{ m}^3$ <u>Pembesian :</u> Arah X = $\frac{\{2(1000/100) \times 1.0 \times 1.0 \times 0.62\}}{1} = 12 \text{ kg}$ Arah Y = $\frac{\{2(1000/100) \times 1.0 \times 1.0 \times 0.62\}}{1} = 12 \text{ kg}$ Total = 24 kg Kapasitas Tul = $24 / 0.12 = 200 \text{ kg/m}^3$ <u>Bekisting :</u> Luas / m = $(1.0 \times 1.0) / 0.12 = 8,33 \text{ m}^2/\text{m}$	
		Total Volume Plat Atap = 157,33 m³ Total Kapasitas Tulangan = 200,00 kg/m³ Total Kapasitas Bekisting = 8,33 m²/m	
4,6	Tangga		
		Jumlah = 2 bh Volume = $\{2 \times (11 \times 0.5 \times 0.2 \times 0.25) \times 1.65\} \times (1.65 \times 0.12 \times 3.50) + 3.65 \times 2 \times 0.12 = 3,17 \text{ m}^3$ Volume Total = $3.170 \times 2 = 6,34 \text{ m}^3$	
		<u>Pembesian :</u> Plat Bordes $\text{Ø } 12 - 150 \text{ (Atas)} = \frac{2 \times \{(1000/150) \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.89\}}{1} = 11,87 \text{ kg}$ $\text{Ø } 12 - 150 \text{ (Bawah)} = \frac{2 \times \{(1000/150) \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.89\}}{1} = 11,87 \text{ kg}$ Total = $23,74 \text{ kg}$ Kapasitas Tul = $23.74 / 0.12 = 197 \text{ kg/m}^3$ <u>Bekisting :</u> Luas / m = $(1.0 \times 1.0) / 0.12 = 8,33 \text{ m}^2/\text{m}$	
			

NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
		Tangga : Melintang $\varnothing 12 - 100 = 2 \times \{(1000/100) \times 1.0 \times 1.0 \times 0.89\} = 17,8 \text{ kg}$ $\varnothing 8 - 150 = \{(1000/150) \times 1.0 \times 1.0 \times 0.40\} = 2,67 \text{ kg}$ Memanjang $\varnothing 8 - 150 = 2 \times \{(1000/150) \times 1.0 \times 1.0 \times 0.40\} = 5,34 \text{ kg}$ Total = 25,81 kg Kapasitas Tul = $25.81 / 0.145 = 178 \text{ kg/m}^3$ <u>Bekisting :</u> Luas / m = $(0.32 \times 2 + 1) \times 1 / 0.145 = 11,31 \text{ m}^2/\text{m}$	
		Total Volume Tangga = 6,340 m³ Total Kapasitas Tulangan = 187,50 kg/m³ Total Kapasitas Bekisting = 9,82 m²/m	
4,7	Pembesian Dinding	Luas = 2231,594 cm Tebal = 0,15 m Volume = $2231,594 \times 0,15 = 334,74 \text{ m}^3$ <u>Pembesian :</u> $D16 - 200 = (1000/1000) \times 1 \times 1 \times 1.58 = 1.58 \text{ kg}$ Total = 1.58 kg Kapasitas Tul = $1.58 / 0.15 = 10,533 \text{ kg/m}^3$	
		Total Volume Pembesian Dinding = 334,74 m³ Total Kapasitas Tulangan = 10,53 kg/m³	
4,8	Beton Rabat	Panjang = 99,7 m Lebar = 1 m Tebal = 0,6 m Volume Total = $99,7 \times 1 \times 0.6 = 59,82 \text{ m}^3$	
4,9	Beton Plat Atap	Lt 1 = $99,7 \times 0,08 \times 1 = 7,98 \text{ m}^3$ Lt 2 = $7,98 + (3 \times 6 \times 0,08) = 9,42 \text{ m}^3$ Lt 3 = 7,66 m ³ Total = 25,06 m ³ <u>Pembesian :</u> $\varnothing 10 - 100 = 2 \times \{(1000/100) \times 1,0 \times 1,0 \times 0,62\} = 12 \text{ kg}$ Total = 12 kg Kapasitas Tul = $12,00 / 0.08 = 150 \text{ kg/m}^3$ <u>Bekisting :</u> Luas / m = $\{1 \times (1 + 0.08)\} / 0.08 = 13,5 \text{ m}^2/\text{m}$	
		Total Volume Plat Atap = 25,06 m³ Total Kapasitas Tulangan = 150,00 kg/m³ Total Kapasitas Bekisting = 13,50 m²/m	

NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
V	PEKERJAAN DINDING		
5,1	Pasangan Batu Bata Merah		
	a) Lantai 1		
	Panjang	= 208,85 m	
	Tinggi	= 4 m	
	Tebal	= 0,15 m	
	Luas	= (Panjang Dinding x Tinggi) - Luas Bukaan (208.85 x 4) - 49.932 785,467 m2	
	Volume	= 785.467 x 0.15 117,82 m3	
	b) Lantai 2		
	Panjang	= 223,75 m	
	Tinggi	= 4 m	
	Tebal	= 0,15 m	
	Luas	= (Panjang Dinding x Tinggi) - Luas Bukaan (223.75 x 4) - 106.593 788,407 m2	
	Volume	= 788.407 x 0.15 118,261 m3	
	c) Lantai 3		
	Panjang	= 186,85 m	
	Tinggi	= 4 m	
	Tebal	= 0,15 m	
	Luas	= (Panjang Dinding x Tinggi) - Luas Bukaan (186.850 x 4) - 89.682 657,72 m2	
	Volume	= 657.72 x 0.15 98,658 m3	
		Total Volume	= 334,74 m3
		Total Luas Pasangan	= 2.231,59 m2
5,2	Pasangan Trasram		
	Panjang	= 53,2 m	
	Tinggi	= 1,5 m	
	Tebal	= 0,15 m	
	Luas	= (Panjang Dinding x Tinggi) (53.2 x 1.5) 79,8 m2	
	Volume	= 79,8 x 0.15 11,97 m3	
		Total Volume	= 11,97 m3
		Total Luas Pasangan	= 79,80 m2
VI	PEKERJAAN PLESTERAN		
6,1	Plesteran Dinding Tembok		
	Tebal	= 15 mm	
	Luas	= 2231,594 m2 x 2	4463,19 m2
6,2	Plesteran Trasram		
	Tebal	= 15 mm	
	Luas	= 79,8 m2 x 2	158,6 m2
6,3	Plesteran Beton		
	Tebal	= 15 mm	
	Luas	=	899,2 m2

NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
VII PEKERJAAN KUSEN			
1	Tipe Jendela1 (J 1) (4 Buah) Kusen Kayu		
	Panjang	= 27,4 m	
	Daun + Krepyak		
	Luas	= 4,171 m2	
	Kaca		
	Luas	= 2,548 m2	
2	Tipe Jendela2 (J 2) (12 Buah) Kusen Kayu		
	Panjang	= 136,8 m	
	Daun + Krepyak		
	Luas	= 25,027 m	
	Kaca		
	Luas	= 61,152 m2	
3	Tipe Jendela3 (J 3) (12 Buah) Kusen Kayu		
	Panjang	= 15,95 m	
	Daun + Krepyak		
	Panjang	= 37,541 m	
	Kaca		
	Luas	= 91,728 m2	
4	Bhoven Tipe BV1 (2 Buah) Kusen Kayu		
	Panjang	= 5,8 m	
	Krepyak		
	Panjang	= 1,226 m	
5	Bhoven Tipe BV2 (3 Buah) Kusen Kayu		
	Panjang	= 13,5 m	
	Krepyak		
	Panjang	= 3,679 m	
6	Bhoven Tipe BV3 (2 buah) Kusen Kayu		
	Panjang	= 13,4 m	
	Krepyak		
	Luas	= 1,84 m2	
7	Bhoven Tipe BVK (11 Buah) Kusen Kayu		
	Panjang	= 26,4 m	
	Pintu		
	Luas	= 4,435 m2	
8	Pintu Tipe P1 (21 Buah) Kusen Kayu		
	Panjang	= 153,3 m	
	Krepyak		
	Panjang	= 13,759 m	
	Daun Pintu		
		36,12 m	

NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
9	Pintu Tipe Pk (8 Buah)		
	Kusen Kayu		
	Panjang	= 55,2 m	
	Krepyak		
	Panjang	= 3,897 m	
	Daun		
		10,32 m	
10	Pintu Tipe Pdb (10 Buah)		
	Kusen Kayu		
	Panjang	= 95 m	
	Krepyak		
	Luas	= 12,768 m2	
	Daun		
		34,4 m2	
11	Pintu Tipe Pdk (kecil) (4 Buah)		
	Kusen Kayu		
	Panjang	= 34,8 m	
	Krepyak		
	Luas	= 3,763 m2	
	Daun		
		10,32 m2	
12	Pintu Tipe Pg (gendong) (1 Buah)		
	Kusen Kayu		
	Panjang	= 1,8 m	
	Krepyak		
	Luas	= 25,032 m2	
	Daun Pintu		
		3,44 m2	
	Daun Jendela		
		0,4296 m2	
	Kaca		
		1,274 m2	
13	Jendela Kaca (JK) (3 Buah)		
	Kusen Kayu		
	Panjang	= 38,55 m	
	Krepyak		
	Panjang	= 5,519 m	
	Kaca		
	Luas	= 10,575 m2	
Total Panjang Kusen			= 617,9 m
			= 5,561 m3
Total Panjang Daun Jendela + Krepyak			59,647 m2
Total Daun Pintu			= 94,6 m2
Total Luas Kaca Bening			= 27,137 m2
VIII PEKERJAAN LANTAI			
1	Lantai Keramik Plint (10 x 10 cm)		
	Luas	= 79,8 m2	
2	Lantai Keramik (20 x 20 cm)		
	Luas	= 51,167 m2	
3	Lantai Keramik (40 x 40 cm)		
	Luas	= 1319,905 m2	
4	Lantai Keramik (20 x 25 cm)		
	Luas	= 16,2 m2	

NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
IX PEKERJAAN LANGIT-LANGIT			
1	Plafond Kalsiboard 100 x 100 Rangka Hollow		
	Luas	= 1311,04 m ²	
2	Beton Expose/plat arap		
	Luas	= 219,4 m ²	
X PEKERJAAN ATAP			
1	Pekerjaan Kuda - Kuda Baja		
	a) Tipe K 1 (Kuda-Kuda Utuh) 6 Buah		
	> Profile (70.70.7)		
	Panjang	= 82,32 m	
	Berat Total	= 82.32 x 7.38	
		607,522 kg	
	> Profile (60.60.6)		
	Panjang	= 212,4 m	
	Berat Total	= 212.40 x 5.42	
		1151,208 kg	
	> Profile (50.50.5)		
	Panjang	= 18,48 m	
	Berat Total	= 18.48 x 3.77	
		69,669 kg	
	Total Berat Kuda-Kuda Tipe K 1	=	1828,4 kg
	b) Tipe K 2 (1/2 Kuda-Kuda) 2 Buah		
	> Profile (70.70.7)		
	Panjang	= 18,34 m	
	Berat Total	= 18.34 x 7.38	
		135,349 kg	
	> Profile (60.60.6)		
	Panjang	= 35,4 m	
	Berat Total	= 35.40 x 5.42	
		191,868 kg	
	> Profile (50.50.5)		
	Panjang	= 18,48 m	
	Berat Total	= 18.48 x 3.77	
		69,669 kg	
	Total Berat Kuda-Kuda Tipe K 2	=	396,886 kg
	c) Tipe K 3 (2/6 Kuda-Kuda) 4 Buah		
	> Profile (70.70.7)		
	Panjang	= 18,2 m	
	Berat Total	= 18.20 x 7.38	
		134,316 kg	
	> Profile (60.60.6)		
	Panjang	= 47,2 m	
	Berat Total	= 47.2 x 5.42	
		255,824 kg	
	> Profile (50.50.5)		
	Panjang	= 15,84 m	
	Berat Total	= 15.84 x 3.77	
		59,717 kg	
	Total Berat Kuda-Kuda Tipe K3	=	449,857 kg

NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
	d) Tipe K4 (1/6 Kuda - Kuda) 4 Buah		
	> Profile (70.70.7)		
	Panjang	= 5,88 m	
	Berat Total	= 5.88 x 7.38	
		43,394 kg	
	> Profile (60.60.6)		
	Panjang	= 23,6 m	
	Berat Total	= 23.6 x 5.42	
		127,912 kg	
	> Profile (50.50.5)		
	Panjang	= 5,88 m	
	Berat Total	= 5.88 x 3.77	
		22,168 kg	
	Total Berat Kuda-Kuda Tipe K4	=	193,474 kg
	e) Tipe K5 (Kuda - Kuda Trapesium 1) 2 Buah		
	> Profile (70.70.7)		
	Panjang	= 24,36 m	
	Berat Total	= 24.36 x 7.38	
		179,777 kg	
	> Profile (60.60.6)		
	Panjang	= 69,2 m	
	Berat Total	= 69.20 x 5.42	
		375,064 kg	
	> Profile (50.50.5)		
	Panjang	= 15,84 m	
	Berat Total	= 15.84 x 3.77	
		59,717 kg	
	Total Berat Kuda -Kuda Tipe K5	=	614,558 kg
	f) Tipe K6 (Kuda - Kuda Trapesium 2) 2 Buah		
	> Profile (70.70.7)		
	Panjang	= 14,7 m	
	Berat Total	= 14.7 x 7.38	
		108,486 kg	
	> Profile (60.60.6)		
	Panjang	= 67,6 m	
	Berat Total	= 67.6 x 5.42	
		366,392 kg	
	> Profile (50.50.5)		
	Panjang	= 25,2 m	
	Berat Total	= 25,2 x 3.77	
		95,004 kg	
	Total Berat Kuda -Kuda Tipe K6	=	569,882 kg
	g) Tipe K7 (Kuda - Kuda Jurai) 4 Buah		
	> Profile (70.70.7)		
	Panjang	= 12,82 m	
	Berat Total	= 12.82 x 7.38	
		94,612 kg	
	> Profile (60.60.6)		
	Panjang	= 48,56 m	
	Berat Total	= 48.56 x 5.42	
		263,195 kg	
	> Profile (50.50.5)		
	Panjang	= 16,9 m	
	Berat Total	= 16.90 x 3.77	
		63,713 kg	
	Total Berat Kuda -Kuda Tipe K7	=	421,52 kg

NO	URAIAN	PERHITUNGAN		VOLUME
	h) Tipe K8 (Tritisan) 28 Buah			
	> Profile (70.70.7)			
	Panjang	=	22,4 m	
	Berat Total	=	22.4 x 7.38	
			165,312 kg	
	> Profile (60.60.6)			
	Panjang	=	63 m	
	Berat Total	=	63 x 5.42	
			341,46 kg	
	> Profile (50.50.5)			
	Panjang	=	12,32 m	
	Berat Total	=	12.32 x 3.77	
			46,446 kg	
	Total Berat Kuda -Kuda Tipe K8		=	553,218 kg
	i) Tipe K9 (Tritisan) 4 Buah			
	> Profile (70.70.7)			
	Panjang	=	4,68 m	
	Berat Total	=	4.68 x 7.38	
			34,538 kg	
	> Profile (60.60.6)			
	Panjang	=	12,04 m	
	Berat Total	=	12,04 x 5.42	
			65,257 kg	
	> Profile (50.50.5)			
	Panjang	=	2,64 m	
	Berat Total	=	2,64 x 3.77	
			9,953 kg	
	Total Berat Kuda -Kuda Tipe K9		=	109,748 kg
2	Gording			
	Profile C 150 x 75 x 20 x 4,5			
	Panjang	=	285 m	
	Berat Total	=	285 x 10.6	
				3021 kg
	Profile 70.70.7			
	Panjang	=	285 m	
	Berat Total	=	285 x 7.38	
				2103,3 kg
3	Genteng			
	Luas Atap	=	622,60 m2	
4	Nok			
	Profile C 150 x 75 x 20 x 4,5			
	Panjang	=	19 m	
	Berat Total	=	19 x 10.6	
				201,4 kg
	Profile 70.70.7			
	Panjang	=	19 m	
	Berat Total	=	19 x 7.38	
				140,22 kg
5	Bubungan			
	Panjang	=	9,5 m	
6	Papan Lisplang			
	Panjang	=	135,2 m	

NO	URAIAN	PERHITUNGAN	VOLUME
XI PEKERJAAN SANITASI			
1	Closet Duduk Porselin dan Jet Washer	=	4 bh
2	Closet Jongkok Porselin	=	6 bh
3	Saringan Air	=	28 bh
4	Kran Air	=	24 bh
5	Wastafel	=	7 bh
6	Kaca Cermin	=	7 bh
7	Meja Wastafel Lapis Granit	=	7 bh
8	Bak Cuci Stainlesteel	=	2 bh
9	Pasang pipa galv. Dia. 1/2"	=	180,600 m
10	Pasang pipa galv. Dia. 1	=	30,400 m
11	Pasang pipa galv. Dia. 4	=	48,500 m
12	Pasang pipa galv. Dia. 3/4"	=	88,500 m
13	Saluran Air Hujan	=	99,7 m
14	Floor Drain	=	8 bh
XII PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK			
1	Lampu down light SL 18 W	=	75 bh
2	Lampu TL 1 x 18 W	=	2 bh
3	Lampu taman GL pilar SL 18 W	=	20 bh
4	Lampu TK TL 1 x 36 W	=	30 bh
5	Lampu baret TL 20 W	=	14 bh
6	Lampu spot light 60 W	=	4 bh
7	Stop kontak	=	40 bh
8	Saklar tunggal	=	24 bh
9	Saklar ganda	=	34 bh
XIII PEKERJAAN CAT			
1	Cat Tembok Interior	=	2825,194 m2
2	Cat Tembok Exterior	=	2537,194 m2
3	Cat Plafond	=	1530,44 m2
4	Cat Kayu	=	378,671 m2

DAFTAR HARGA SATUAN BAHAN

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG BARU
PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG D III TEKNIK SIPIL
UNDIP
LOKASI : TEMBALANG - SEMARANG

No.	Uraian Bahan	Sat.	Harga (Rp.)
1	Aluminium	m	Rp. 80.000,00
2	Amplas	lbr	Rp. 2.000,00
3	Angkur Baut	LS	Rp. 250.000,00
4	Bak Cuci 640 x 130 x 65 mm Type H-401	bh	Rp. 150.000,00
5	Batu Bulat Belah	m ³	Rp. 110.000,00
6	Batu Bata Merah ex lokal	bh	Rp. 350,00
7	Besi Beton Polos/Ulir	kg	Rp. 11.000,00
10	Cat Tembok	kg	Rp. 13.000,00
11	Cat Tembok Catylac	kg	Rp. 54.000,00
12	Closet Duduk Porselin dan Jet Washer	bh	Rp. 800.000,00
13	Closet Jongkok Porselin	bh	Rp. 90.000,00
14	Engsel Kupu-kupu	bh	Rp. 7.000,00
15	Engsel Nylon Kupu-kupu	bh	Rp. 5.000,00
16	Floor Drain	m ³	Rp. 30.000,00
17	Genteng Bubungan Plentong	bh	Rp. 4.000,00
18	Genteng Beton Warna Khusus	bh	Rp. 3.500,00
19	Grendel Tanam	bh	Rp. 25.000,00
20	Gypsum Board tebal 9 mm	lbr	Rp. 45.000,00
21	Kaca Polos 5 mm	m ²	Rp. 65.000,00
22	Kait Angin	bh	Rp. 10.000,00
23	Kapur Pasang	m ³	Rp. 125.000,00
24	Kawat beton	kg	Rp. 13.000,00
25	Kayu Dolken ø 8-10/400 cm	btg	Rp. 15.000,00
26	Kayu Kamper, papan	m ³	Rp. 5.100.000,00
27	Kayu Kamper, balok/pesangen	m ³	Rp. 1.250.000,00
28	Kayu Kruing, balok/pesangen	m ³	Rp. 58.000,00
29	Kayu Terentang	m ³	Rp. 500.000,00
30	Koral Beton	m ³	Rp. 150.000,00
31	Kloset Duduk INA type C-5	bh	Rp. 800.000,00
32	Kran Air 1/2 "	bh	Rp. 13.000,00
33	Kuda-kuda Baja	kg	Rp. 14.200,00
34	Kunci Tanam	bh	Rp. 125.000,00
35	Lampu down light SL 18 W	bh	Rp. 125.000,00
36	Lampu TL 1 x 18 W	bh	Rp. 250.000,00
37	Lampu taman GL pilar SL 18 W	bh	Rp. 450.000,00

No.	Uraian Bahan	Sat.	Harga (Rp.)
38	Lampu TK TL 1 x 36 W	bh	Rp. 250.000,00
39	Lampu baret TL 20 W	bh	Rp. 225.000,00
40	Lampu spot light 60 W	bh	Rp. 250.000,00
41	Minyak Beton dan Bekisting	ltr	Rp. 18.000,00
42	Nok Kerpas	bh	Rp. 3.900,00
43	Paku Sekrup	bh	Rp. 6.000,00
44	Paku Uk.2"-5"	m3	Rp. 13.000,00
45	Pasir beton/ayak	m ³	Rp. 150.000,00
46	Pasir Pasang	m ³	Rp. 120.000,00
47	PC	kg	Rp. 850,00
48	Plywood 4mm	lbr	Rp. 35.000,00
49	Plywood 9mm	lbr	Rp. 136.000,00
50	Penangkal Petir 2 Split	unit	Rp. 2.000.000,00
51	Pipa Medium B Galvanis DN ½"	m'	Rp. 70.000,00
52	Pipa Medium B Galvanis DN ¾"	m'	Rp. 80.000,00
53	Pipa Medium B Galvanis DN 1"	m'	Rp. 100.000,00
54	Pipa Medium B Galvanis DN 4"	m'	Rp. 400.000,00
55	Plamir	kg	Rp. 10.000,00
56	Saklar Tunggal	bh	Rp. 18.000,00
57	Saklar Ganda	bh	Rp. 20.000,00
58	Saklar Hotel	bh	Rp. 25.000,00
59	Seng Gelombang	lbr	Rp. 28.750,00
60	Seal Tape	m ³	Rp. 2.000,00
61	Skrup Fixer	bh	Rp. 800,00
62	Stop Kontak	bh	Rp. 14.000,00
63	Tiang Pancang 25 x 25 cm	bh	Rp. 2.250.000,00
64	Ubin Keramik 10 x 10 cm	bh	Rp. 1.000,00
65	Ubin Keramik 30 x 30 cm	bh	Rp. 3.000,00
66	Ubin Keramik Granito 40 x 40 cm	bh	Rp. 1.400,00
67	Ubin Keramik Granito 60 x 60 cm	bh	Rp. 850.000,00
68	Urinoir	bh	Rp. 300.000,00
69	Washtafel Meja Oval Type L-2594WMK-38M	bh	Rp. 750.000,00

DAFTAR HARGA SATUAN UPAH KERJA

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG BARU
PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG D III TEKNIK SIPIL
UNDIP
LOKASI : TEMBALANG - SEMARANG

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA
1	Pekerja	Hari	Rp. 32.000,00
2	Mandor	Hari	Rp. 40.000,00
3	Tukang Kayu	Hari	Rp. 40.000,00
4	Kepala Tukang Kayu	Hari	Rp. 45.000,00
5	Tukang Batu	Hari	Rp. 40.000,00
6	Kepala Tukang Batu	Hari	Rp. 45.000,00
7	Tukang Besi	Hari	Rp. 40.000,00
8	Kepala Tukang Besi	Hari	Rp. 45.000,00
9	Tukang Cat	Hari	Rp. 40.000,00
10	Kepala Tukang Cat	Hari	Rp. 45.000,00
11	Tukang Ledeng	Hari	Rp. 40.000,00

DAFTAR HARGA SATUAN PEKERJAAN

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG BARU
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG D III TEKNIK SIPIL
 UNDIP
 LOKASI : TEMBALANG - SEMARANG

No.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	
1	1m ² Pembersihan Lapangan	Rp.	5.200,00
2	1m ¹ Pagar Sementara dari Seng Gelombang Tinggi 2m	Rp.	91.015,00
3	1m ¹ Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank	Rp.	36.806,00
4	1m ² Pembuatan Kantor Sementara dengan Lantai Plesteran	Rp.	589.800,00
5	1m ³ Galian Tanah Biasa Sedalam 1m	Rp.	25.000,00
6	1m ³ Urugan Pasir	Rp.	100.000,00
7	1m ³ Urugan Tanah Kembali Sedalam 1m	Rp.	8.320,00
10	1m ³ Batu Kosong	Rp.	198.375,00
11	1m ³ Batu belah 1 Pc : 3Kpr : 10 Psr	Rp.	338.965,00
12	1m ² Batu Bata 1pc : 3kp : 10ps tebal 1/2 bata	Rp.	51.490,00
13	1m ² Batu Bata 1pc : 3ps tebal 1/2 bata	Rp.	56.804,50
14	1m ³ Membuat beton 1PC : 2PS : 3KR	Rp.	456.725,00
15	1 kg Pembesian dengan Besi Polos atau Besi Uliir	Rp.	12.400,50
16	1m ³ Pondasi	Rp.	2.250.677,20
17	1m ³ Sloof Struktur	Rp.	2.445.633,21
18	1m ³ Kolom Struktur	Rp.	7.824.016,60
19	1m ³ Balok Struktur	Rp.	6.108.300,04
20	1m ³ Plat Lantai	Rp.	5.002.040,25
21	1m ³ Tangga	Rp.	4.722.889,05
22	1m ³ Ring Balk (15x20cm)	Rp.	58.050,00
23	1 bh Tiang Pancang Ø 30 cm	Rp.	1.340.015,00
24	1m ² plesteran 1 PC : 4 PP, tebal 15 mm	Rp.	21.659,00
25	1m ² plesteran 1 PC : 3 PP, tebal 15 mm	Rp.	22.844,60
26	1m ³ Kusen Pintu/Jendela, kayu kelas1	Rp.	6.720.250,00
27	1m ² Daun Pintu/Jendela dari Kayu Kamfer	Rp.	440.720,00
28	1m ² Pasang kaca mati bening 5 mm	Rp.	78.685,00
29	1 bh Pasang Engsel Pintu	Rp.	14.185,00
30	1 bh Pasang Engsel Jendela Kupu-Kupu	Rp.	9.970,00
31	1 bh Pasang Kunci Tanam	Rp.	145.970,00
32	1 bh Pasang Kait Angin	Rp.	19.940,00
33	1m ² Pasang Lantai Ubin Keramik Granito Uk. 40 x 40 cm	Rp.	263.160,00
34	1m ² Pasang Lantai Keramik Uk. 20 x 25 cm	Rp.	89.828,00
35	1m ² Pasang Lantai Keramik Uk. 20 x 20 cm	Rp.	94.953,00
36	1m ² Pasang Lantai Uk. 10 x 10 cm	Rp.	19.364,00
37	1m ² Pasang Rangka Langit-langit (1 x 1)m, Aluminium	Rp.	65.920,00
38	1m ¹ List Plafond	Rp.	8.145,00
39	1m ² Langit-langit Gypsum Board, tebal 9mm	Rp.	22.665,00
40	1m ¹ Pasang Genteng Bubung Plentong	Rp.	52.420,00
41	1m ¹ Pasang Nok Genteng Beton	Rp.	56.820,00
42	1m ² Pasang Listplank Uk. (3 x 20) cm, Kayu Kamfer	Rp.	70.260,00
43	1m ² Pasang Atap Genteng Beton	Rp.	50.140,00
44	1 kg Kuda-Kuda Baja	Rp.	19.760,00
45	1m Pasang Saluran Air Hujan Pas. Batu bata	Rp.	365.369,85
46	1unit Memasang Closet Duduk / Mono Block	Rp.	959.330,00
47	1unit Memasang Closet Jongkok Porselen	Rp.	261.000,00
48	1unit Memasang Wastafel	Rp.	1.036.250,00
49	1 bh Memasang Floor Drain	Rp.	27.970,00
50	1m ¹ Memasang Pipa Galvanis ø ½"	Rp.	110.515,64
51	1m ¹ Memasang Pipa Galvanis ø ¾"	Rp.	130.813,00
52	1m ¹ Memasang Pipa Galvanis ø 1"	Rp.	156.293,91
53	1m ¹ Memasang Pipa Galvanis ø 4"	Rp.	634.604,50
54	1 m ² Cat tembok	Rp.	19.883,50
55	1 m ² Cat Langit-langit / Plafond	Rp.	16.350,00
56	1 m ² Cat Kayu / Pelitur	Rp.	23.580,00

ANALISA BAHAN DAN UPAH

KEGIATAN
PEKERJAAN

LOKASI

: PEMBANGUNAN GEDUNG BARU
: PEMBANGUNAN GEDUNG D III TEKNIK SIPIL
UNDIP
: TEMBALANG - SEMARANG

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Upah kerja	Harga Bahan	Total
				(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)
1	2	3	4	5	6	7	8
I. PEKERJAAN PERSIAPAN							
1. 1m² Pembersihan Lapangan							
	0,100	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 3.200,00		
	0,050	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 2.000,00		
					Rp 5.200,00	Rp	Rp 5.200,00
2. 1m¹ Pagar Sementara dari Seng Gelombang Tinggi 2m							
	1,250	btg	Kayu Dolken ø 8-10/400 cm	Rp 15.000,00		Rp 18.750,00	
	2,500	kg	PC	Rp 850,00		Rp 2.125,00	
	1,200	lbr	Seng gelombang 3"-5"	Rp 28.750,00		Rp 34.500,00	
	0,005	m³	Pasir beton	Rp 150.000,00		Rp 750,00	
	0,009	m³	Koral beton	Rp 130.000,00		Rp 1.170,00	
	0,072	m³	Kayu 5/7 x 4m Kayu Kruing	Rp 57.500,00		Rp 4.140,00	
	0,060	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp 13.000,00		Rp 780,00	
	0,450	kg	Meni besi	Rp 14.000,00		Rp 6.300,00	
	0,200	OH	Tukang Kayu	Rp 40.000,00	Rp 8.000,00		
	0,400	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 12.800,00		
	0,020	OH	Kepala Tukang Kayu	Rp 45.000,00	Rp 900,00		
	0,020	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 800,00		
					Rp 22.500,00	Rp 68.515,00	Rp 91.015,00
3. 1m¹ Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank							
	0,012	m³	Kayu 5/7 x 4m Kayu Kruing	Rp 58.000,00		Rp 696,00	
	0,020	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp 13.000,00		Rp 260,00	
	0,007	m³	Kayu papan 3/20 Kruing	Rp 4.000.000,00		Rp 28.000,00	
	0,100	OH	Tukang Kayu	Rp 40.000,00	Rp 4.000,00		
	0,100	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 3.200,00		
	0,010	OH	Kepala Tukang Kayu	Rp 45.000,00	Rp 450,00		
	0,005	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 200,00		
					Rp 7.850,00	Rp 28.956,00	Rp 36.806,00
4. 1m² Pembuatan Kantor Sementara dengan Lantai Plesteran							
	1,250	btg	Kayu Dolken ø 8-10/400 cm	Rp 15.000,00		Rp 18.750,00	
	0,180	m³	Kayu	Rp 1.250.000,00		Rp 225.000,00	
	0,850	m³	Paku biasa 2"-5"	Rp 13.000,00		Rp 11.050,00	
	1,100	kg	Besi Strip	Rp 13.000,00		Rp 14.300,00	
	35,000	kg	PC	Rp 850,00		Rp 29.750,00	
	0,150	m³	Pasir pasang	Rp 120.000,00		Rp 18.000,00	
	0,100	m³	Pasir beton	Rp 150.000,00		Rp 15.000,00	
	0,150	m³	Koral Beton	Rp 130.000,00		Rp 19.500,00	
	30,000	bh	Batu bata Merah	Rp 350,00		Rp 10.500,00	
	0,250	lbr	Seng Plat	Rp 11.000,00		Rp 2.750,00	
	2,000	bh	Jendela Naco	Rp 7.000,00		Rp 14.000,00	
	0,080	m²	Kaca Polos	Rp 45.000,00		Rp 3.600,00	

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan		Upah kerja	Harga Bahan		Total
				(Rp.)		(Rp.)	(Rp.)		(Rp.)
1	2	3	4	5		6	7		8
	0,150	bh	Kunci Tanam	Rp	30.000,00		Rp	4.500,00	
	0,300	bh	Engsel	Rp	5.000,00		Rp	1.500,00	
	0,060	lbr	Plywood 4 mm	Rp	35.000,00		Rp	2.100,00	
	2,000	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	80.000,00		
	1,000	OH	Tukang Batu	Rp	40.000,00		40.000,00		
	2,000	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	64.000,00		
	0,300	OH	Kepala Tukang Kayu	Rp	45.000,00	Rp	13.500,00		
	0,050	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	2.000,00		
						Rp	199.500,00	Rp	390.300,00
								Rp	589.800,00
II PEKERJAAN TANAH									
1. 1m³ Galian Tanah Biasa Sedalam 1m									
	0,750	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	24.000,00		
	0,025	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	1.000,00		
						Rp	25.000,00	Rp	25.000,00
2. Urugan Pasir									
	1,200	m³	pasir Urug	Rp	75.000,00		Rp	90.000,00	
	0,300	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	9.600,00		
	0,010	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	400,00		
						Rp	10.000,00	Rp	90.000,00
								Rp	100.000,00
3. 1m³ Urugan Tanah Kembali Sedalam 1m									
	0,250	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	8.000,00		
	0,008	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	320,00		
						Rp	8.320,00	Rp	8.320,00
III. PEKERJAAN PASANGAN									
1. Batu Kosong per m³									
	1,200	m³	Batu belah	Rp	110.000,00		Rp	132.000,00	
	0,300	m³	Pasir Urug	Rp	75.000,00		Rp	22.500,00	
	0,780	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	24.960,00		
	0,390	OH	Tukang Batu	Rp	40.000,00	Rp	15.600,00		
	0,039	OH	Kepala Tukang Batu	Rp	45.000,00	Rp	1.755,00		
	0,039	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	1.560,00		
						Rp	43.875,00	Rp	154.500,00
								Rp	198.375,00
2. Batu belah 1 Pc : 3Kpr : 10 Psr per m³									
	1,200	m³	Batu belah 15/20	Rp	110.000,00		Rp	132.000,00	
	61,000	kg	PC	Rp	850,00		Rp	51.850,00	
	0,147	m³	Kapur Pasang	Rp	125.000,00		Rp	18.375,00	
	0,492	m³	Pasir	Rp	120.000,00		Rp	59.040,00	
	1,500	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	48.000,00		
	0,600	OH	Tukang Batu	Rp	40.000,00	Rp	24.000,00		
	0,060	OH	Kepala Tukang Batu	Rp	45.000,00	Rp	2.700,00		
	0,075	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	3.000,00		
						Rp	77.700,00	Rp	261.265,00
								Rp	338.965,00
3. 1m² Batu Bata 1pc : 3kp : 10ps tebal 1/2 bata									
	70,000	bh	Bata Merah 5 x 11 x 22	Rp	350,00		Rp	24.500,00	
	4,500	kg	PC	Rp	850,00		Rp	3.825,00	
	0,050	m³	Pasir Pasang	Rp	120.000,00		Rp	6.000,00	
	0,015	m³	Kapur Padam	Rp	125.000,00		Rp	1.875,00	
	0,320	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	10.240,00		
	0,100	OH	Tukang Batu	Rp	40.000,00	Rp	4.000,00		
	0,010	OH	Kepala Tukang Batu	Rp	45.000,00	Rp	450,00		

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Upah kerja	Harga Bahan	Total
				(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)
1	2	3	4	5	6	7	8
	0,015	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 600,00		
					Rp 15.290,00	Rp 36.200,00	Rp 51.490,00
4. 1m² Batu Bata 1pc : 3ps tebal 1/2 bata							
	70,000	bh	Bata Merah 5 x 11 x 22	Rp 350,00		Rp 24.500,00	
	14,370	kg	PC	Rp 850,00		Rp 12.214,50	
	0,040	m³	Pasir Pasang	Rp 120.000,00		Rp 4.800,00	
	0,320	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 10.240,00		
	0,100	OH	Tukang Batu	Rp 40.000,00	Rp 4.000,00		
	0,010	OH	Kepala Tukang Batu	Rp 45.000,00	Rp 450,00		
	0,015	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 600,00		
					Rp 15.290,00	Rp 41.514,50	Rp 56.804,50
IV. PEKERJAAN BETON							
1. 1m³ Membuat beton 1PC : 2PS : 3KR							
	232,000	kg	PC	Rp 850,00		Rp 197.200,00	
	0,520	m³	Pasir Beton	Rp 145.000,00		Rp 75.400,00	
	0,780	m³	Koral Beton	Rp 150.000,00		Rp 117.000,00	
	1,650	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 52.800,00		
	0,250	OH	Tukang Kayu	Rp 40.000,00	Rp 10.000,00		
	0,025	OH	Kepala Tukang	Rp 45.000,00	Rp 1.125,00		
	0,080	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 3.200,00		
					Rp 67.125,00	Rp 389.600,00	Rp 456.725,00
2. 1 kg Pembesian dengan Besi Polos atau Besi Ulir							
	1,050	kg	Besi Beton (polos/ulir)	Rp 11.000,00		Rp 11.550,00	
	0,015	kg	Kawat Beton	Rp 13.000,00		Rp 195,00	
	0,007	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 224,00		
	0,007	OH	Tukang Kayu	Rp 40.000,00	Rp 280,00		
	0,001	OH	Kepala Tukang	Rp 45.000,00	Rp 31,50		
	0,003	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 120,00		
					Rp 655,50	Rp 11.745,00	Rp 12.400,50
3. 1m² Pasang Bekisting untuk Pondasi							
	0,040	m³	Kayu Terentang	Rp 500.000,00		Rp 20.000,00	
	0,300	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp 13.000,00		Rp 3.900,00	
	0,100	ltr	Minyak Bekisting	Rp 18.000,00		Rp 1.800,00	
	0,300	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 9.600,00		
	0,260	OH	Tukang Kayu	Rp 40.000,00	Rp 10.400,00		
	0,026	OH	Kepala Tukang	Rp 45.000,00	Rp 1.170,00		
	0,005	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 200,00		
					Rp 21.370,00	Rp 25.700,00	Rp 47.070,00
> 1m³ Beton + Bekisting + Pembesian							
	1,000	m³	Beton 1 : 2 : 3	Rp 456.725,00		Rp 456.725,00	
	134,810	kg	Penulangan Besi	Rp 12.400,50		Rp 1.671.711,41	
	2,597	m²	Bekisting	Rp 47.070,00		Rp 122.240,79	
						Rp	Rp 2.250.677,20
4. 1m² Pasang Bekisting untuk Sloof							
	0,045	m³	Kayu Terentang	Rp 500.000,00		Rp 22.500,00	
	0,300	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp 13.000,00		Rp 3.900,00	
	0,100	ltr	Minyak Bekisting	Rp 18.000,00		Rp 1.800,00	
	0,300	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 9.600,00		
	0,260	OH	Tukang Kayu	Rp 40.000,00	Rp 10.400,00		
	0,026	OH	Kepala Tukang	Rp 45.000,00	Rp 1.170,00		
	0,005	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 200,00		
					Rp 21.370,00	Rp 28.200,00	Rp 49.570,00

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Upah kerja	Harga Bahan	Total
				(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)
1	2	3	4	5	6	7	8
> 1m³ Beton + Bekisting + Pembesian							
	1,000	m³	Beton 1 : 2 : 3	Rp 456.725,00		Rp 456.725,00	
	200,00	kg	Penulangan Besi	Rp 12.400,50		Rp 2.480.100,00	
	8,330	m²	Bekisting	Rp 247.925,00		Rp 2.065.215,25	
						Rp	5.002.040,25
8. 1m² Pasang Bekisting untuk Tangga							
	0,030	m³	Kayu Terentang	Rp 500.000,00		Rp 15.000,00	
	0,400	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp 13.000,00		Rp 5.200,00	
	0,150	litr	Minyak Bekisting	Rp 18.000,00		Rp 2.700,00	
	0,015	m³	Balok Kayu	Rp 3.800.000,00		Rp 57.000,00	
	0,350	lbr	Plywood tebal 9mm	Rp 136.000,00		Rp 47.600,00	
	3,000	btg	Dolken Kayu Galam ø8-10cm / 4m	Rp 15.000,00		Rp 45.000,00	
	0,320	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 10.240,00		
	0,330	OH	Tukang Kayu	Rp 40.000,00	Rp 13.200,00		
	0,033	OH	Kepala Tukang	Rp 45.000,00	Rp 1.485,00		
	0,006	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 240,00		
					Rp 25.165,00	Rp 172.500,00	Rp 197.665,00
> 1m³ Beton + Bekisting + Pembesian							
	1,000	m³	Beton 1 : 2 : 3	Rp 456.725,00		Rp 456.725,00	
	187,50	kg	Penulangan Besi	Rp 12.400,50		Rp 2.325.093,75	
	9,82	m²	Bekisting	Rp 197.665,00		Rp 1.941.070,30	
						Rp	4.722.889,05
9. 1m³ Membuat Ring Balok Beton bertulang (10 x 15) cm							
	0,003	m³	Kayu Albasia	Rp 500.000,00		Rp 1.500,00	
	0,020	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp 13.000,00		Rp 260,00	
	3,600	litr	Besi Beton Polos	Rp 11.000,00		Rp 39.600,00	
	0,050	kg	Kawat Beton	Rp 13.000,00		Rp 650,00	
	5,500	kg	PC	Rp 850,00		Rp 4.675,00	
	0,009	kg	Pasir Beton	Rp 145.000,00		Rp 1.305,00	
	0,015	m³	Koral Beton	Rp 150.000,00		Rp 2.250,00	
	0,100	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 3.200,00		
	0,033	OH	Tukang Batu	Rp 40.000,00	Rp 1.320,00		
	0,033	OH	Tukang Kayu	Rp 40.000,00	Rp 1.320,00		
	0,033	OH	Tukang Besi	Rp 40.000,00	Rp 1.320,00		
	0,010	OH	Kepala Tukang	Rp 45.000,00	Rp 450,00		
	0,005	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 200,00		
					Rp 7.810,00	Rp 50.240,00	Rp 58.050,00
10. 1 bh Tiang Pancang Ø 30 cm							
	1,000	bh	Tiang Pancang Ø 30 cm	Rp 2.250.000,00		Rp 1.200.000,00	
	0,098	bh	Kawat Las	Rp 271.500,00		Rp 26.607,00	
	0,250	Unt	Alat Bantu	Rp 31.500,00		Rp 7.875,00	
	0,375	Unt	Crane	Rp 110.000,00		Rp 41.250,00	
	0,295	Unt	Jack Hammer	Rp 37.000,00		Rp 10.915,00	
	0,100	Unt	Mesin Las	Rp 78.000,00		Rp 7.800,00	
	1,029	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 32.928,00		
	0,103	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 4.120,00		
	0,117	OH	Tukang	Rp 40.000,00	Rp 4.680,00		
	0,096	OH	Operator	Rp 40.000,00	Rp 3.840,00		
					Rp 45.568,00	Rp 1.294.447,00	Rp 1.340.015,00

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Upah kerja	Harga Bahan	Total			
				(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)			
1	2	3	4	5	6	7	8			
V. PEKERJAAN PLESTERAN										
1. 1 m ² plesteran 1 PC : 4 PP, tebal 15 mm										
	6,240	kg	Pc	Rp	850,00	Rp	5.304,00			
	0,024	m ³	Pasir pasang	Rp	120.000,00	Rp	2.880,00			
	0,200	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	6.400,00			
	0,150	OH	Tukang batu	Rp	40.000,00	Rp	6.000,00			
	0,015	OH	Kepala tukang batu	Rp	45.000,00	Rp	675,00			
	0,010	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	400,00			
					Rp	13.475,00	Rp	8.184,00	Rp	21.659,00
2. 1 m ² plesteran 1 PC : 3 PP, tebal 15 mm										
	7,776	kg	Pc	Rp	850,00	Rp	6.609,60			
	0,023	m ³	Pasir pasang	Rp	120.000,00	Rp	2.760,00			
	0,200	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	6.400,00			
	0,150	OH	Tukang batu	Rp	40.000,00	Rp	6.000,00			
	0,015	OH	Kepala tukang batu	Rp	45.000,00	Rp	675,00			
	0,010	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	400,00			
					Rp	13.475,00	Rp	9.369,60	Rp	22.844,60
VI. PEKERJAAN KUSEN										
1. 1 Membuat & Pasangv 1m ³ Kusen Pintu/Jendela, kayu kelas1										
	1,100	m ³	Balok kayu kamper	Rp	5.100.000,00	Rp	5.610.000,00			
	1,250	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp	13.000,00	Rp	16.250,00			
	1,000	kg	lem kayu	Rp	18.000,00	Rp	18.000,00			
	6,000	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	192.000,00			
	20,000	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	800.000,00			
	2,000	OH	Kepala tukang batu	Rp	45.000,00	Rp	90.000,00			
	0,300	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	12.000,00			
					Rp	1.094.000,00	Rp	5.626.250,00	Rp	6.720.250,00
2. 1 m ² Daun Pintu/Jendela dari Kayu Kamfer										
	0,042	m ³	Kayu Kamfer, papan	Rp	5.100.000,00	Rp	214.200,00			
	0,200	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp	13.000,00	Rp	2.600,00			
	4,000	OH	Tukang kayu	Rp	40.000,00	Rp	160.000,00			
	0,400	OH	Kepala tukang kayu	Rp	45.000,00	Rp	18.000,00			
	1,350	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	43.200,00			
	0,068	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	2.720,00			
					Rp	223.920,00	Rp	216.800,00	Rp	440.720,00
3. 1 m ² Pasang kaca mati bening 5 mm										
	1,100	m ²	Kaca bening 5 mm	Rp	65.000,00	Rp	71.500,00			
	0,150	OH	Tukang kayu	Rp	40.000,00	Rp	6.000,00			
	0,015	OH	Kepala tukang kayu	Rp	45.000,00	Rp	675,00			
	0,015	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	480,00			
	0,001	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	30,00			
					Rp	7.185,00	Rp	71.500,00	Rp	78.685,00
4. 1buah Pasang Engsel Pintu										
	1,000	bh	Engsel Pintu	Rp	7.000,00	Rp	7.000,00			
	0,015	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	480,00			
	0,150	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	6.000,00			

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Upah kerja	Harga Bahan	Total	
				(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	
1	2	3	4	5	6	7	8	
	0,015	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	675,00	
	0,001	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	30,00	
					Rp	7.185,00	Rp	7.000,00
							Rp	14.185,00
5. 1buah Pasang Engsel Jendela Kupu-Kupu								
	1,000	bh	Engsel Jendela	Rp	5.000,00	Rp	5.000,00	
	0,010	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	320,00	
	0,100	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	4.000,00	
	0,010	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	450,00	
	0,005	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	200,00	
					Rp	4.970,00	Rp	5.000,00
							Rp	9.970,00
6. 1buah Pasang Kunci Tanam								
	1,000	bh	Kunci Tanam	Rp	125.000,00	Rp	125.000,00	
	0,010	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	320,00	
	0,500	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	20.000,00	
	0,010	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	450,00	
	0,005	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	200,00	
					Rp	20.970,00	Rp	125.000,00
							Rp	145.970,00
7. 1buah Pasang Kait Angin								
	1,000	bh	Kait Angin	Rp	10.000,00	Rp	10.000,00	
	0,020	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	640,00	
	0,200	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	8.000,00	
	0,020	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	900,00	
	0,010	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	400,00	
					Rp	9.940,00	Rp	10.000,00
							Rp	19.940,00
VII. PEKERJAAN LANTAI								
1. 1m² Pasang Lantai Ubin Keramik Granito Uk. 40 x 40 cm								
	1,000	bh	Ubin Granito 40 x 40 cm	Rp	195.000,00	Rp	195.000,00	
	10,000	kg	PC	Rp	850,00	Rp	8.500,00	
	0,023	m³	Pasir Pasang	Rp	120.000,00	Rp	2.760,00	
	1,850	kg	Semen Warna	Rp	7.000,00	Rp	12.950,00	
	0,900	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	28.800,00	
	0,300	OH	Tukang Batu	Rp	40.000,00	Rp	12.000,00	
	0,030	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	1.350,00	
	0,045	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	1.800,00	
					Rp	43.950,00	Rp	219.210,00
							Rp	263.160,00
2. 1m² Pasang Lantai Keramik Uk. 20 x 25 cm								
	10,000	bh	Ubin Keramik 20 x 25 cm	Rp	2.800,00	Rp	28.000,00	
	11,380	kg	PC	Rp	850,00	Rp	9.673,00	
	0,042	m³	Pasir Pasang	Rp	120.000,00	Rp	5.040,00	
	1,500	kg	Semen Warna	Rp	7.000,00	Rp	10.500,00	
	0,620	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	19.840,00	
	0,350	OH	Tukang Batu	Rp	40.000,00	Rp	14.000,00	
	0,035	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	1.575,00	
	0,030	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	1.200,00	
					Rp	36.615,00	Rp	53.213,00
							Rp	89.828,00

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan		Upah kerja		Harga Bahan		Total	
				(Rp.)		(Rp.)		(Rp.)		(Rp.)	
1	2	3	4	5		6		7		8	
3. 1m² Pasang Lantai Keramik Uk. 20 x 20 cm											
	25,000	bh	Ubin Keramik 20 x 20 cm	Rp	1.325,00			Rp	33.125,00		
	11,380	kg	PC	Rp	850,00			Rp	9.673,00		
	0,042	m³	Pasir Pasang	Rp	120.000,00			Rp	5.040,00		
	1,500	kg	Semen Warna	Rp	7.000,00			Rp	10.500,00		
	0,620	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	19.840,00				
	0,350	OH	Tukang Batu	Rp	40.000,00	Rp	14.000,00				
	0,035	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	1.575,00				
	0,030	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	1.200,00				
						Rp	36.615,00	Rp	58.338,00	Rp	94.953,00
4. 1m² Pasang Lantai Uk. 10 x 10 cm											
	10,600	bh	Keramik 10 x 10 cm	Rp	1.000,00			Rp	10.600,00		
	1,140	kg	PC	Rp	850,00			Rp	969,00		
	0,003	m³	Pasir Pasang	Rp	120.000,00			Rp	360,00		
	0,050	kg	Semen Warna	Rp	7.000,00			Rp	350,00		
	0,090	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	2.880,00				
	0,090	OH	Tukang Batu	Rp	40.000,00	Rp	3.600,00				
	0,009	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	405,00				
	0,005	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	200,00				
						Rp	7.085,00	Rp	12.279,00	Rp	19.364,00
VIII. PEKERJAAN PLAFOND											
1. 1m² Pasang Rangka Langit-langit (1 x 1)m, Aluminium											
	3,600	m³	Profil Aluminium "T"	Rp	4.000,00			Rp	14.400,00		
	0,150	kg	Kawat 4 mm	Rp	7.000,00			Rp	1.050,00		
	1,050	bh	Ramset	Rp	22.000,00			Rp	23.100,00		
	0,150	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	4.800,00				
	0,500	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	20.000,00				
	0,050	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	2.250,00				
	0,008	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	320,00				
						Rp	27.370,00	Rp	38.550,00	Rp	65.920,00
2. 1m¹ List Plafond											
	1,100	m1	Lis kayu	Rp	3.700,00			Rp	4.070,00		
	0,010	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp	13.000,00			Rp	130,00		
	0,050	OH	Tukang kayu	Rp	40.000,00	Rp	2.000,00				
	0,005	OH	Kepala tukang	Rp	45.000,00	Rp	225,00				
	0,050	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	1.600,00				
	0,003	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	120,00				
						Rp	3.945,00	Rp	4.200,00	Rp	8.145,00
3. 1m² Langit-langit Gypsum Board, tebal 9mm											
	0,364	lbr	Gypsum Board	Rp	45.000,00			Rp	16.380,00		
	0,110	kg	Paku Sekrup	Rp	6.000,00			Rp	660,00		
	0,100	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	3.200,00				
	0,050	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	2.000,00				
	0,005	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	225,00				
	0,005	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	200,00				
						Rp	5.625,00	Rp	17.040,00	Rp	22.665,00

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Upah kerja	Harga Bahan	Total			
				(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)			
1	2	3	4	5	6	7	8			
IX. PEKERJAAN ATAP										
1. 1m ¹ Pasang Genteng Bubung Plentong										
	5,000	bh	Genteng Bubung Plentong	Rp	4.000,00	Rp	20.000,00			
	8,000	kg	PC	Rp	850,00	Rp	6.800,00			
	0,032	m ³	Pasir Pasang	Rp	120.000,00	Rp	3.840,00			
	0,400	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	12.800,00			
	0,200	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	8.000,00			
	0,020	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	900,00			
	0,002	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	80,00			
					Rp	21.780,00	Rp	30.640,00	Rp	52.420,00
2. 1m ¹ Pasang Nok Genteng Beton										
	3,500	bh	Nok Genteng Beton	Rp	3.900,00	Rp	13.650,00			
	0,050	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp	13.000,00	Rp	650,00			
	10,800	kg	PC	Rp	850,00	Rp	9.180,00			
	0,032	m ³	Pasir Pasang	Rp	120.000,00	Rp	3.840,00			
	1,000	kg	Semen Warna	Rp	7.000,00	Rp	7.000,00			
	0,400	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	12.800,00			
	0,200	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	8.000,00			
	0,020	OH	Kepala Tukang Kayu	Rp	45.000,00	Rp	900,00			
	0,020	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	800,00			
					Rp	22.500,00	Rp	34.320,00	Rp	56.820,00
3. 1m ² Pasang Listplank Uk. (3 x 20) cm, Kayu Kamfer										
	0,011	m ³	Kayu Kamfer, papan	Rp	5.100.000,00	Rp	56.100,00			
	0,050	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp	13.000,00	Rp	650,00			
	0,110	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	3.520,00			
	0,220	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	8.800,00			
	0,022	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	990,00			
	0,005	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	200,00			
					Rp	13.510,00	Rp	56.750,00	Rp	70.260,00
4. Talang Patahan										
	1,000	lbr	Seng BJLS 0,3	Rp	26.000,00	Rp	26.000,00			
	0,100	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp	7.500,00	Rp	750,00			
	0,010	m ³	Kayu Kamfer	Rp	4.152.500,00	Rp	41.525,00			
	0,018	OH	Mandor	Rp	35.000,00	Rp	630,00			
	0,060	OH	Kepala Tukang Besi	Rp	40.000,00	Rp	2.400,00			
	0,600	OH	Tukang besi	Rp	35.000,00	Rp	21.000,00			
	0,350	OH	Pekerja	Rp	22.500,00	Rp	7.875,00			
					Rp	31.905,00	Rp	68.275,00	Rp	100.180,00
5. 1m ² Pasang Atap Genteng Beton										
	11,000	lbr	Genteng Beton Warna Khusus	Rp	3.500,00	Rp	38.500,00			
	0,030	kg	Paku biasa 2"-5"	Rp	13.000,00	Rp	390,00			
	0,200	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	6.400,00			
	0,100	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	4.000,00			
	0,010	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	450,00			
	0,010	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	400,00			
					Rp	11.250,00	Rp	38.890,00	Rp	50.140,00
6. 1kg Pasang Rangka Atap Baja										
	1,150	kg	Kuda-kuda Profil	Rp	14.200,00	Rp	16.330,00			
	0,080	kg	Meni Besi	Rp	11.000,00	Rp	880,00			
	0,060	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	1.920,00			
	0,006	OH	Tukang Besi	Rp	40.000,00	Rp	240,00			

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan		Upah kerja		Harga Bahan		Total	
				(Rp.)		(Rp.)		(Rp.)		(Rp.)	
1	2	3	4	5		6		7		8	
	0,006	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	270,00				
	0,003	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	120,00				
						Rp	2.550,00	Rp	17.210,00	Rp	19.760,00
X. PEKERJAAN SANITASI											
1. 1m Pasang Saluran Air Hujan Pas. Batu bata											
	173,171	bh	Batu bata	Rp	350,00			Rp	60.609,85		
	114,000	kg	PC	Rp	850,00			Rp	96.900,00		
	0,184	m³	Pasir pasang	Rp	120.000,00			Rp	22.080,00		
	0,033	m³	Batu koral	Rp	150.000,00			Rp	4.950,00		
	4,850	kg	Besi beton	Rp	11.000,00			Rp	53.350,00		
	0,120	m³	Pasir beton	Rp	150.000,00			Rp	18.000,00		
	2,160	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	69.120,00				
	0,720	OH	Tukang batu	Rp	40.000,00	Rp	28.800,00				
	0,072	OH	Kepala tukang batu	Rp	45.000,00	Rp	3.240,00				
	0,108	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	4.320,00				
	0,100	OH	Tukang gali	Rp	40.000,00	Rp	4.000,00				
						Rp	109.480,00	Rp	255.889,85	Rp	365.369,85
2. 1unit Memasang Closet Duduk / Mono Block											
	1,000	bh	Kloset Duduk / Mono Blok	Rp	800.000,00			Rp	800.000,00		
	0,060	m³	Kelengkapan 6% dari harga Kloset	Rp	48.000,00			Rp	2.880,00		
	3,300	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	105.600,00				
	1,100	OH	Tukang Batu	Rp	40.000,00	Rp	44.000,00				
	0,010	OH	Kepala tukang batu	Rp	45.000,00	Rp	450,00				
	0,160	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	6.400,00				
						Rp	156.450,00	Rp	802.880,00	Rp	959.330,00
3. 1unit Memasang Closet Jongkok Porselen											
	1,000	bh	Closet Jongkok Porselen	Rp	90.000,00			Rp	90.000,00		
	6,000	kg	PC	Rp	850,00			Rp	5.100,00		
	0,010	m³	Pasir Pasang	Rp	120.000,00			Rp	1.200,00		
	1,000	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	32.000,00				
	1,500	OH	Tukang Batu	Rp	40.000,00	Rp	60.000,00				
	1,500	OH	Kepala tukang batu	Rp	45.000,00	Rp	67.500,00				
	0,160	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	6.400,00				
						Rp	165.900,00	Rp	95.100,00	Rp	261.000,00
4. 1unit Memasang Wastafel											
	1,000	bh	Wastafel Meja Oval	Rp	750.000,00			Rp	750.000,00		
	0,300	-	Kelengkapan 30% dari harga Wastafel	Rp	750.000,00			Rp	225.000,00		
	6,000	kg	PC	Rp	850,00			Rp	5.100,00		
	0,010	m³	Pasir Pasang	Rp	120.000,00			Rp	1.200,00		
	1,200	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	38.400,00				
	0,145	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	5.800,00				
	0,150	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	6.750,00				
	0,100	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	4.000,00				
						Rp	54.950,00	Rp	981.300,00	Rp	1.036.250,00
4. 1buah Memasang Floor Drain											
	1,000	bh	Floor Drain	Rp	23.000,00			Rp	23.000,00		
	0,010	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	320,00				
	0,100	OH	Tukang Kayu	Rp	40.000,00	Rp	4.000,00				
	0,010	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	450,00				
	0,005	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	200,00				
						Rp	4.970,00	Rp	23.000,00	Rp	27.970,00

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Upah kerja	Harga Bahan	Total
				(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)
1	2	3	4	5	6	7	8
4. 1unit Memasang Urinoir							
	1,000	bh	Urinoir	Rp 300.000,00		Rp 300.000,00	
	0,300	-	Kelengkapan 30% dari harga Wastafel	Rp 300.000,00		Rp 90.000,00	
	6,000	kg	PC	Rp 850,00		Rp 5.100,00	
	0,010	m³	Pasir Pasang	Rp 120.000,00		Rp 1.200,00	
	1,000	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 32.000,00		
	1,000	OH	Tukang Kayu	Rp 40.000,00	Rp 40.000,00		
	0,100	OH	Kepala Tukang	Rp 45.000,00	Rp 4.500,00		
	0,100	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 4.000,00		
					Rp 80.500,00	Rp 396.300,00	Rp 476.800,00
5. 1buah Memasang Kran Air ø½"							
	1,000	bh	Kran Air	Rp 13.000,00		Rp 13.000,00	
	0,025	set	Seal Tape	Rp 2.000,00		Rp 50,00	
	0,010	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 320,00		
	0,100	OH	Tukang Ledeng	Rp 40.000,00	Rp 4.000,00		
	0,010	OH	Kepala Tukang	Rp 45.000,00	Rp 450,00		
	0,005	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 200,00		
					Rp 4.970,00	Rp 13.050,00	Rp 18.020,00
6. 1buah Memasang Bak Cuci Piring Stainlesteel							
	1,000	bh	Bak Cuci Stainlesteel	Rp 150.000,00		Rp 150.000,00	
	1,000	set	Water Drain & Accessories	Rp 150.000,00		Rp 150.000,00	
	0,030	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 960,00		
	0,300	OH	Tukang Ledeng	Rp 40.000,00	Rp 12.000,00		
	0,030	OH	Kepala Tukang	Rp 45.000,00	Rp 1.350,00		
	0,002	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 60,00		
					Rp 14.370,00	Rp 300.000,00	Rp 314.370,00
7. 1unit Memasang Bak Mandi Batu Bata Vol. 0.3 m³							
	0,400	m³	Batu Bata	Rp 280.000,00		Rp 112.000,00	
	120,000	kg	PC	Rp 850,00		Rp 102.000,00	
	0,300	m³	Pasir Pasang	Rp 120.000,00		Rp 36.000,00	
	360,000	bh	Porselen 11 x 11 cm	Rp 265,00		Rp 95.400,00	
	6,000	kg	Semen Nat	Rp 5.000,00		Rp 30.000,00	
	6,000	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 192.000,00		
	3,000	OH	Tukang Kayu	Rp 40.000,00	Rp 120.000,00		
	0,300	OH	Kepala Tukang Kayu	Rp 45.000,00	Rp 13.500,00		
	0,300	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 12.000,00		
					Rp 337.500,00	Rp 375.400,00	Rp 712.900,00
8. 1m¹ Memasang Pipa Galvanis ø ½"							
	1,200	m¹	Pipa Galvanis	Rp 70.000,00		Rp 84.000,00	
	0,350	-	Perlengkapan 30% dari harga Pipa	Rp 70.000,00		Rp 24.500,00	
	0,010	OH	Pekerja	Rp 32.000,00	Rp 308,48		
	0,016	OH	Tukang Ledeng	Rp 40.000,00	Rp 642,84		
	0,002	OH	Kepala Tukang	Rp 45.000,00	Rp 72,32		
	0,025	OH	Mandor	Rp 40.000,00	Rp 992,00		
					Rp 2.015,64	Rp 108.500,00	Rp 110.515,64
9. 1m¹ Memasang Pipa Galvanis ø ¾"							
	1,200	m¹	Pipa Galvanis	Rp 80.000,00		Rp 96.000,00	
	0,350	-	Perlengkapan 30% dari harga Pipa	Rp 80.000,00		Rp 28.000,00	

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan		Upah kerja		Harga Bahan		Total
				(Rp.)		(Rp.)		(Rp.)		(Rp.)
1	2	3	4	5		6		7		8
	0,054	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	1.728,00			
	0,090	OH	Tukang Ledeng	Rp	40.000,00	Rp	3.600,00			
	0,009	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	405,00			
	0,027	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	1.080,00			
						Rp	6.813,00	Rp	124.000,00	Rp 130.813,00
10. 1m' Memasang Pipa Galvanis ø 1"										
	1,200	m'	Pipa Galvanis	Rp	100.000,00			Rp	120.000,00	
	0,350	-	Perlengkapan 30% dari harga Pipa	Rp	100.000,00			Rp	35.000,00	
	0,011	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	360,00			
	0,019	OH	Tukang Ledeng	Rp	40.000,00	Rp	750,00			
	0,002	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	84,38			
	0,002	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	99,53			
						Rp	1.293,91	Rp	155.000,00	Rp 156.293,91
11. 1m' Memasang Pipa Galvanis ø 4"										
	1,200	m'	Pipa Galvanis	Rp	400.000,00			Rp	480.000,00	
	0,350	-	Perlengkapan 30% dari harga Pipa	Rp	400.000,00			Rp	140.000,00	
	0,135	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	4.320,00			
	0,225	OH	Tukang Ledeng	Rp	40.000,00	Rp	9.000,00			
	0,023	OH	Kepala Tukang	Rp	45.000,00	Rp	1.012,50			
	0,007	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	272,00			
						Rp	14.604,50	Rp	620.000,00	Rp 634.604,50
XI. PEKERJAAN PENGECATAN										
1. 1 m² Cat tembok baru (1 lapis plamir, 1 lapis cat dasar, 2 lapis cat penutup)										
	0,100	kg	Plamir Tembok	Rp	10.000,00			Rp	1.000,00	
	0,100	kg	Cat Dasar	Rp	13.000,00			Rp	1.300,00	
	0,260	kg	Cat Penutup 2x	Rp	54.000,00			Rp	14.040,00	
	0,020	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	640,00			
	0,063	OH	Tukang Cat	Rp	40.000,00	Rp	2.520,00			
	0,006	OH	Kepala Tukang Cat	Rp	45.000,00	Rp	283,50			
	0,003	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	100,00			
						Rp	3.543,50	Rp	16.340,00	Rp 19.883,50
2. 1 m² Cat Langit-langit / Plafond										
	0,225	kg	Plamir Tembok	Rp	10.000,00			Rp	2.250,00	
	0,300	kg	Cat Dasar	Rp	13.000,00			Rp	3.900,00	
	0,050	kg	Amplas	Rp	2.000,00			Rp	100,00	
	0,150	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	4.800,00			
	0,015	OH	Tukang Cat	Rp	40.000,00	Rp	600,00			
	0,100	OH	Kepala Tukang Cat	Rp	45.000,00	Rp	4.500,00			
	0,005	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	200,00			
						Rp	10.100,00	Rp	6.250,00	Rp 16.350,00

NO	Koef.	Sat.	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan		Upah kerja		Harga Bahan		Total
				(Rp.)		(Rp.)		(Rp.)		(Rp.)
1	2	3	4	5		6		7		8
3. 1 m ² Cat Kayu / Pelitur (1 lapis cat dasar & 3 lapis cat penutup)										
	0,200	kg	Cat Meni	Rp	15.000,00			Rp	3.000,00	
	0,150	kg	Plamir	Rp	10.000,00			Rp	1.500,00	
	0,170	kg	Cat Dasar	Rp	13.000,00			Rp	2.210,00	
	0,350	kg	Cat Penutup 2x	Rp	29.000,00			Rp	10.150,00	
	0,070	OH	Pekerja	Rp	32.000,00	Rp	2.240,00			
	0,105	OH	Tukang Cat	Rp	40.000,00	Rp	4.200,00			
	0,004	OH	Kepala Tukang Cat	Rp	45.000,00	Rp	180,00			
	0,003	OH	Mandor	Rp	40.000,00	Rp	100,00			
						Rp	6.720,00	Rp	16.860,00	Rp 23.580,00

RENCANA ANGGARAN BIAYA

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG BARU
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG D III TEKNIK SIPIL
 UNDIP
 LOKASI : TEMBALANG - SEMARANG

NO	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat.	Harga Satuan (Rp.)	Total Harga (Rp.)
1	2	3	4	5	6
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pembersihan Lapangan	3655,500	m²	Rp. 5.200,00	Rp. 19.008.600,00
2	Pemasangan Bouwplank	113,000	m'	Rp. 36.806,00	Rp. 4.159.078,00
3	Direkri Keet dan Gudang	80,000	m²	Rp. 589.800,00	Rp. 47.184.000,00
4	Pagar Keliling Sementara	234,000	m'	Rp. 91.015,00	Rp. 21.297.510,00
5	Pembuatan papan nama Proyek	1,000	Ls	Rp. 200.000,00	Rp. 200.000,00
6	Air Kerja	1,000	Ls	Rp. 2.000.000,00	Rp. 2.000.000,00
7	Administrasi	1,000	Ls	Rp. 2.500.000,00	Rp. 2.500.000,00
8	Keamanan Proyek	1,000	Ls	Rp. 2.500.000,00	Rp. 2.500.000,00
			Total Pek. Persiapan		Rp. 98.849.188,00
II	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian Tanah	423,462	m³	Rp. 25.000,00	Rp. 10.586.550,00
2	Urugan Pasir	50,109	m³	Rp. 100.000,00	Rp. 5.010.900,00
3	Urugan Tanah Kembali	252,017	m³	Rp. 8.320,00	Rp. 2.096.781,44
4	Urugan Tanah Bawah Lantai	22,655	m³	Rp. 68.320,00	Rp. 1.547.789,60
			Total Pek. Tanah		Rp. 19.242.021,04
III	PEKERJAAN PASANGAN				
1	Aanstamping	46,620	m³	Rp. 198.375,00	Rp. 9.248.242,50
2	Batu Belah 1 : 3 : 10	10,256	m³	Rp. 338.965,00	Rp. 3.476.425,04
3	Batu Bata 1 : 3	11,970	m³	Rp. 38.422,88	Rp. 459.921,87
4	Batu Bata 1 : 3 : 10	334,739	m³	Rp. 33.768,75	Rp. 11.303.717,61
			Total Pek. Pasangan		Rp. 24.488.307,02
IV	PEKERJAAN BETON				
1	Pondasi	53,760	m³	Rp. 2.250.677,20	Rp. 120.996.406,00
2	Sloof Struktur	21,730	m³	Rp. 2.445.633,21	Rp. 53.143.609,54
3	Kolom Struktur	103,992	m³	Rp. 7.824.016,60	Rp. 813.635.133,90
4	Balok Struktur	56,660	m³	Rp. 6.108.300,04	Rp. 346.096.280,21
5	Ring Balk	19,270	m³	Rp. 2.298.744,88	Rp. 44.296.813,84
6	Plat Lantai	157,325	m³	Rp. 5.002.040,250	Rp. 786.945.982,33
7	Tangga	6,340	m³	Rp. 4.722.889,05	Rp. 29.943.116,58
8	Pembesian Dinding	3525,806	kg	Rp. 12.400,50	Rp. 43.721.755,90
9	Beton Rabat	59,820	m³	Rp. 456.725,00	Rp. 27.321.289,50
10	Beton Plat Atap	25,060	m³	Rp. 5.002.040,25	Rp. 125.351.128,67
11	Tiang Pancang Ø 30 cm	176,000	bh	Rp. 1.340.015,00	Rp. 235.842.640,00
			Total Pek. Beton		Rp. 2.627.294.156,47

NO	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat.	Harga Satuan (Rp.)		Total Harga (Rp.)	
1	2	3	4	5		6	
V	PEKERJAAN PLESTERAN						
1	Plesteran Trasraam (1PC : 4PP)	158,600	m ²	Rp.	21.659,00	Rp.	3.435.117,40
2	Plasteran dinding tembok (1PC : 3PP)	4463,188	m ²	Rp.	22.844,60	Rp.	101.959.744,58
				Total Pek. Plesteran		Rp.	105.394.861,98
VI	PEKERJAAN KAYU						
1	Kusen Pintu dan Jendela	5,561	m ³	Rp.	6.720.250,00	Rp.	37.371.982,28
2	Daun Pintu dan Jend.Panil Kayu Kamfer	154,247	m ²	Rp.	440.720,00	Rp.	67.979.737,84
3	Kaca Mati 5 mm	27,137	m ²	Rp.	78.685,00	Rp.	2.135.274,85
4	Engsel Pintu	116,000	bh	Rp.	16.000,00	Rp.	1.856.000,00
5	Engsel Jendela	132,000	bh	Rp.	9.970,00	Rp.	1.316.040,00
6	Handle Tarik Jendela	66,000	bh	Rp.	35.000,00	Rp.	2.310.000,00
7	Kunci Tanam	58,000	bh	Rp.	125,00	Rp.	7.250,00
8	Kait Angin	132,000	bh	Rp.	10.000,00	Rp.	1.320.000,00
9	Grendel Pintu	58,000	bh	Rp.	25.000,00	Rp.	1.450.000,00
10	Angkur/Baut	1,000	Ls	Rp.	250.000,00	Rp.	250.000,00
				Total Pek. Kayu		Rp.	115.996.284,96
VII	PEKERJAAN LANTAI						
1	Ubin Keramik Plint 10 x 10 cm	79,800	m ²	Rp.	19.364,00	Rp.	1.545.247,20
2	Ubin Keramik 20 x 20	51,167	m ²	Rp.	94.953,00	Rp.	4.858.460,15
3	Ubin Keramik 40 x 40	1319,905	m ²	Rp.	263.160,00	Rp.	347.346.199,80
4	Ubin Keramik 20 x 25	16,200	m ²	Rp.	89.828,00	Rp.	1.455.213,60
				Total Pek. Lantai		Rp.	355.205.120,75
VIII	PEKERJAAN PLAFOND						
1	Plafond Kalsiboard Rangka Hollow	1311,040	m ²	Rp.	65.920,00	Rp.	86.423.756,80
2	List Plafond	1238,900	m'	Rp.	8.145,00	Rp.	10.090.840,50
				Total Pek. Plafond		Rp.	96.514.597,30
IX	PEKERJAAN ATAP						
1	Penutup Bubungan	9,500	m ¹	Rp.	52.420,00	Rp.	497.990,00
2	Nok	201,400	m ¹	Rp.	56.820,00	Rp.	11.443.548,00
3	Papan Listplank	135,200	m ¹	Rp.	70.260,00	Rp.	9.499.152,00
4	Genteng beton	622,600	m ²	Rp.	50.140,00	Rp.	31.217.164,00
5	Kuda-kuda baja	10603,462	kg	Rp.	19.760,00	Rp.	209.524.409,12
				Total Pek. Atap		Rp.	262.182.263,12
X	PEKERJAAN SANITASI						
1	Sambungan PDAM Baru	1,000	unit	Rp.	2.500.000,00	Rp.	2.500.000,00
2	Saluran Air Hujan	99,700	m	Rp.	264.215,78	Rp.	26.342.313,27
3	Saluran Air Bersih Dan Air Kotor	1,000	Ls	Rp.	2.500.000,00	Rp.	2.500.000,00
4	Floor Drain	8,000	bh	Rp.	9.300,00	Rp.	74.400,00
5	Kran Air 1/2"	24,000	bh	Rp.	9.815,00	Rp.	235.560,00
6	Bak Cuci Stainlesteel	2,000	bh	Rp.	270.927,50	Rp.	541.855,00
7	Closet Duduk Porselin dan Jet Washer	4,000	bh	Rp.	959.330,00	Rp.	3.837.320,00
8	Closet Jongkok Porselin	6,000	bh	Rp.	261.000,00	Rp.	1.566.000,00

NO	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat.	Harga Satuan (Rp.)		Total Harga (Rp.)	
1	2	3	4	5		6	
9	Wastafel	7,000	bh	Rp.	1.036.250,00	Rp.	7.253.750,00
10	Kaca Cermin	7,000	bh	Rp.	100.000,00	Rp.	700.000,00
11	Wastafel	7,000	bh	Rp.	1.036.250,00	Rp.	7.253.750,00
12	Bak Cuci Piring Stainlesteel	2,000	bh	Rp.	314.370,00	Rp.	628.740,00
13	Pasang pipa galv. Dia. 1/2"	180,600	m'	Rp.	95.406,31	Rp.	17.230.379,59
14	Pasang pipa galv. Dia. 1	30,400	m'	Rp.	149.312,72	Rp.	4.539.106,69
15	Pasang pipa galv. Dia. 4	48,500	m'	Rp.	652.625,50	Rp.	31.652.336,75
16	Pasang pipa galv. Dia. 3/4"	88,500	m'	Rp.	126.275,00	Rp.	11.175.337,50
		Total Pek. Sanitasi				Rp.	118.030.848,79
XI	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK						
1	Peningkatan Daya Listrik	1,000	unit	Rp.	3.000.000,00	Rp.	3.000.000,00
2	Penangkal Petir 2 Split	5,000	unit	Rp.	2.000.000,00	Rp.	10.000.000,00
3	Lampu down light SL 18 W	75	bh	Rp.	125.000,00	Rp.	9.375.000,00
4	Lampu TL 1 x 18 W	2	bh	Rp.	250.000,00	Rp.	500.000,00
5	Lampu taman GL pilar SL 18 W	20	bh	Rp.	450.000,00	Rp.	9.000.000,00
6	Lampu TK TL 1 x 36 W	30	bh	Rp.	250.000,00	Rp.	7.500.000,00
7	Lampu baret TL 20 W	14	bh	Rp.	225.000,00	Rp.	3.150.000,00
8	Lampu spot light 60 W	4	bh	Rp.	250.000,00	Rp.	1.000.000,00
9	Stop kontak	40	bh	Rp.	14.000,00	Rp.	560.000,00
10	Saklar tunggal	24	bh	Rp.	18.000,00	Rp.	432.000,00
11	Saklar ganda	34	bh	Rp.	20.000,00	Rp.	680.000,00
		Total Pek. Instalasi Listrik				Rp.	45.197.000,00
XII	PEKERJAAN CAT						
1	Cat Tembok	5362,388	m²	Rp.	19.883,50	Rp.	106.623.041,80
2	Cat Plafond	1530,440	m²	Rp.	16.350,00	Rp.	25.022.694,00
3	Cat Kayu/Pelitur	378,671	m²	Rp.	23.580,00	Rp.	8.929.062,18
		Total Pek. Pengecatan				Rp.	140.574.797,98
	JUMLAH					Rp.	4.008.969.447,42

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG BARU
PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG D III TEKNIK SIPIL
UNDIP
LOKASI : TEMBALANG - SEMARANG

NO	URAIAN PEKERJAAN	TOTAL HARGA	
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp.	98.849.188,00
II	PEKERJAAN TANAH	Rp.	19.242.021,04
III	PEKERJAAN PASANGAN	Rp.	24.488.307,02
IV	PEKERJAAN BETON	Rp.	2.627.294.156,47
V	PEKERJAAN PLESTERAN	Rp.	105.394.861,98
VI	PEKERJAAN KAYU	Rp.	115.996.284,96
viii	PEKERJAAN LANTAI	Rp.	355.205.120,75
VIII	PEKERJAAN PLAFOND	Rp.	96.514.597,30
IX	PEKERJAAN ATAP	Rp.	262.182.263,12
X	PEKERJAAN INSTALASI AIR (SANITAIR)	Rp.	118.030.848,79
XI	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	Rp.	45.197.000,00
XII	PEKERJAAN CAT	Rp.	140.574.797,98
JUMLAH		Rp.	4.008.969.447,42
PPN 10%		Rp.	400.896.944,74
JUMLAH		Rp.	4.409.866.392,16
DIBULATKAN		Rp.	4.409.866.000,00

Terbilang :

Empat Milyar Empat Ratus Sembilan Juta Delapan Ratus Enam
Puluh Enzm Ribu Rupiah

MAN POWER

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG BARU
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG D III TEKNIK SIPIL
 UNDIP
 LOKASI : TEMBALANG - SEMARANG

NO	JENIS PEKERJAAN	VOL.	SAT.	WAKTU (HARI)	JENIS PEKERJA	KOEF. ORG/HR	JUMLAH ORG / HR	MAN POWER	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
I PEKERJAAN PERSIAPAN									
1	Pembersihan Lapangan	3655,500	m²	7	Pekerja Mandor	0,100 0,050	365,550 182,775	52,221 26,111	53 27
2	Pemasangan Bouwplank	113,000	m'	14	Tukang Kayu Pekerja Kepala Tukang Kayu Mandor	0,100 0,100 0,010 0,005	11,300 11,300 1,130 0,565	0,807 0,807 0,081 0,040	1 1 1 1
3	Direkri Keet dan Gudang	80,000	m²	14	Tukang Kayu Tukang Batu Pekerja Kepala Tukang Kayu Mandor	2,000 1,000 2,000 0,300 0,050	160,000 80,000 160,000 24,000 4,000	11,429 5,714 11,429 1,714 0,286	12 6 12 2 1
4	Pagar Keliling Sementara	234,000	m'	7	Tukang Kayu Pekerja Kepala Tukang Kayu Mandor	0,200 0,400 0,020 0,020	46,800 93,600 4,680 4,680	6,686 13,371 0,669 0,669	7 14 1 1
II PEKERJAAN TANAH									
1	Galian Tanah	423,462	m³	7	Pekerja Mandor	0,400 0,040	169,385 16,938	24,198 2,420	25 3
2	Urugan Pasir	50,109	m³	21	Pekerja Mandor	0,300 0,010	15,033 0,501	0,716 0,024	1 1
3	Urugan Tanah Kembali	342,639	m³	7	Pekerja Mandor	0,300 0,010	102,792 3,426	14,685 0,489	15 1
III PEKERJAAN PASANGAN									
1	Aanstamping	46,620	m³	21	Pekerja Tukang Batu Kepala Tukang Batu Mandor	0,700 0,390 0,039 0,039	32,634 18,182 1,818 1,818	1,554 0,866 0,087 0,087	2 1 1 1
2	Batu Belah 1 : 3 : 10	10,256	m³	7	Pekerja Tukang Batu Kepala Tukang Batu Mandor	1,500 0,600 0,060 0,075	15,384 6,154 0,615 0,769	2,198 0,879 0,088 0,110	3 1 1 1
3	Batu Bata 1 : 3	79,800	m²	14	Pekerja Tukang Batu Kepala Tukang Batu Mandor	0,320 0,100 0,010 0,015	25,536 7,980 0,798 1,197	1,824 0,570 0,057 0,086	2 1 1 1
4	Batu Bata 1 : 3 : 10	2231,594	m²	14	Pekerja Tukang Batu Kepala Tukang Batu Mandor	0,320 0,100 0,010 0,015	714,110 223,159 22,316 33,474	51,008 15,940 1,594 2,391	51 16 2 3
IV PEKERJAAN BETON									
1	Pondasi Foot Plat	53,760	m3	14	Pekerja Tukang Kayu Kepala Tukang Mandor	1,657 0,257 0,026 0,080	89,080 13,816 1,398 4,317	6,363 0,987 0,100 0,308	7 1 1 1
2	Sloof Struktur	21,730	m3	14	Pekerja Tukang Kayu Kepala Tukang Mandor	1,950 0,510 0,051 0,085	42,374 11,082 1,108 1,847	3,027 0,792 0,079 0,132	3 1 1 1

3	Kolom Struktur	103,992	m3	42	Pekerja	1,950	202,784	4,828	5
					Tukang Kayu	0,580	60,315	1,436	2
					Kepala Tukang	0,283	29,430	0,701	1
					Mandor	0,086	8,943	0,213	1
4	Plat Lantai	157,325	m³	42	Pekerja	1,957	307,885	7,331	8
					Tukang Kayu	0,587	92,350	2,199	3
					Kepala Tukang	0,059	9,235	0,220	1
					Mandor	0,086	13,577	0,323	1
5	Tangga	6,340	m³	14	Pekerja	0,320	2,029	0,145	1
					Tukang Kayu	0,330	2,092	0,149	1
					Kepala Tukang	0,033	0,209	0,015	1
					Mandor	0,006	0,038	0,003	1
6	Balok Struktur	56,660	m³	35	Pekerja	1,957	110,884	3,168	4
					Tukang Kayu	0,587	33,259	0,950	1
					Kepala Tukang	0,059	3,343	0,096	1
					Mandor	0,086	4,873	0,139	1
7	Ring Balk	19,270	m³	7	Pekerja	1,957	37,711	5,387	6
					Tukang Kayu	0,587	11,311	1,616	2
					Kepala Tukang	0,059	1,137	0,162	1
					Mandor	0,086	1,657	0,237	1
V PEKERJAAN PLESTERAN									
1	Plesteran Trasraam (1 : 4)	158,600	m²	28	Pekerja	0,350	55,510	1,983	2
					Tukang batu	0,175	27,755	0,991	1
					Kepala tukang batu	0,018	2,776	0,099	1
					Mandor	0,020	3,172	0,113	1
2	Plasteran dinding tembok (1 : 3)	5362,388	m²	28	Pekerja	0,200	1072,478	38,303	39
					Tukang batu	0,150	804,358	28,727	29
					Kepala tukang batu	0,002	8,044	0,287	1
					Mandor	0,010	53,624	1,915	2
VI PEKERJAAN LANTAI									
1	Ubin Keramik Granito 40 x 40	1319,905	m²	28	Pekerja	0,250	329,976	0,250	1
					Tukang Batu	0,120	158,389	0,120	1
					Kepala Tukang	0,012	15,839	0,012	1
					Mandor	0,013	16,499	0,013	1
2	Ubin Keramik 20 x 25	16,200	m²	14	Pekerja	0,620	10,044	0,717	1
					Tukang Batu	0,350	5,670	0,405	1
					Kepala Tukang	0,035	0,567	0,041	1
					Mandor	0,030	0,486	0,035	1
3	Ubin Keramik 20 x 20	51,167	m²	14	Pekerja	0,620	31,724	2,266	3
					Tukang Batu	0,350	17,908	1,279	2
					Kepala Tukang	0,035	1,791	0,128	1
					Mandor	0,030	1,535	0,110	1
4	Ubin Keramik 10 x 10	79,800	m²	14	Pekerja	0,600	47,880	3,420	4
					Tukang Batu	0,450	35,910	2,565	3
					Kepala Tukang	0,045	3,591	0,257	1
					Mandor	0,030	2,394	0,171	1
VII PEKERJAAN ATAP									
1	Genteng	622,600	m²	21	Pekerja	0,120	74,712	3,558	4
					Tukang Kayu	0,120	74,712	3,558	4
					Kepala Tukang	0,012	7,471	0,356	1
					Mandor	0,006	3,736	0,178	1
2	Bumbungan	9,500	m¹	14	Pekerja	0,600	5,700	0,407	1
					Tukang Kayu	0,300	2,850	0,204	1
					Kepala Tukang	0,030	0,285	0,020	1
					Mandor	0,012	0,114	0,008	1
3	Nok	9,500	m¹	14	Pekerja	0,400	3,800	0,271	1
					Tukang Kayu	0,200	1,900	0,136	1
					Kepala Tukang Kayu	0,020	0,190	0,014	1
					Mandor	0,020	0,190	0,014	1

4	Papan Lisplank	135,200	m'	14	Pekerja	0,110	14,872	1,062	4
					Tukang Kayu	0,220	29,744	2,125	8
					Kepala Tukang	0,022	2,974	0,212	1
					Mandor	0,005	0,676	0,048	1
6	Kuda-kuda Baja	10603,462	kg	21	Pekerja	0,060	636,208	30,296	31
					Tukang Besi	0,006	63,621	3,030	3
					Kepala Tukang	0,006	63,621	3,030	3
					Mandor	0,0003	3,181	0,151	1
VIII PEKERJAAN KAYU									
1	Kusen Pintu, Jendela	5,561	m³	35	Pekerja	0,800	4,449	0,127	1
					Tukang kayu	2,000	11,122	0,318	1
					Kepala tukang kayu	0,200	1,112	0,032	1
					Mandor	0,040	0,222	0,006	1
2	Daun Pintu dan Jendela	154,247	m²	21	Tukang kayu	4,000	616,988	29,380	30
					Kepala tukang kayu	0,400	61,699	2,938	3
					Pekerja	1,350	208,233	9,916	10
					Mandor	0,068	10,489	0,499	1
3	Kaca Bening 5 mm	27,137	m²	7	Tukang kayu	0,150	4,071	0,582	6
					Kepala tukang kayu	0,015	0,407	0,058	1
					Pekerja	0,015	0,407	0,058	1
					Mandor	0,001	0,020	0,003	1
4	Engsel Pintu dan Jendela	248,000	bh	7	Pekerja	0,025	6,200	0,886	1
					Tukang Kayu	0,250	62,000	8,857	9
					Kepala Tukang	0,025	6,200	0,886	1
					Mandor	0,006	1,488	0,213	1
5	Kait Angin	132,000	bh	7	Pekerja	0,020	2,640	0,377	1
					Tukang Kayu	0,200	26,400	3,771	4
					Kepala Tukang	0,020	2,640	0,377	1
					Mandor	0,010	1,320	0,189	1
6	Grendel Pintu dan Kunci Tanam	58,000	bh	7	Pekerja	0,010	0,580	0,083	1
					Tukang Kayu	0,500	29,000	4,143	5
					Kepala Tukang	0,010	0,580	0,083	1
					Mandor	0,005	0,290	0,041	1
IX PEKERJAAN PLAFOND									
1	Rangka, plafond dan list plafond	1311,040	m	21	Pekerja	0,500	655,520	31,215	32
					Tukang Kayu	0,500	655,520	31,215	32
					Kepala Tukang	0,050	65,552	3,122	4
					Mandor	0,025	32,776	1,561	2
X PEKERJAAN SANITASI									
1	Sal. Air Bersih dan Ktr. Sal. Air hjn	99,700	m	21	Pekerja	2,160	215,352	10,255	11
					Tukang batu	0,720	71,784	3,418	4
					Kepala tukang batu	0,072	7,178	0,342	1
					Mandor	0,108	10,768	0,513	1
					Tukang gali	0,100	9,970	0,475	1
2	Washtafel, Closet, Kran Air	41,000	bh	14	Pekerja	5,510	225,910	16,136	17
					Tukang Batu	2,600	106,600	7,614	8
					Kepala tukang batu	0,260	10,660	0,761	1
					Tukang Kayu	0,145	5,945	0,425	1
					Kepala Tukang kayu	0,150	6,150	0,439	1
					Tukang Ledeng	0,100	4,100	0,293	1
					Kepala Tukang Led.	0,010	0,410	0,029	1
					Mandor	0,160	6,560	0,469	1
3	Septictank dan Peresapan	373,140	m'	14	Pekerja	0,210	78,359	5,597	6
					Tukang Ledeng	0,350	130,599	9,329	10
					Kepala Tukang	0,035	13,060	0,933	1
					Mandor	0,061	22,762	1,626	2

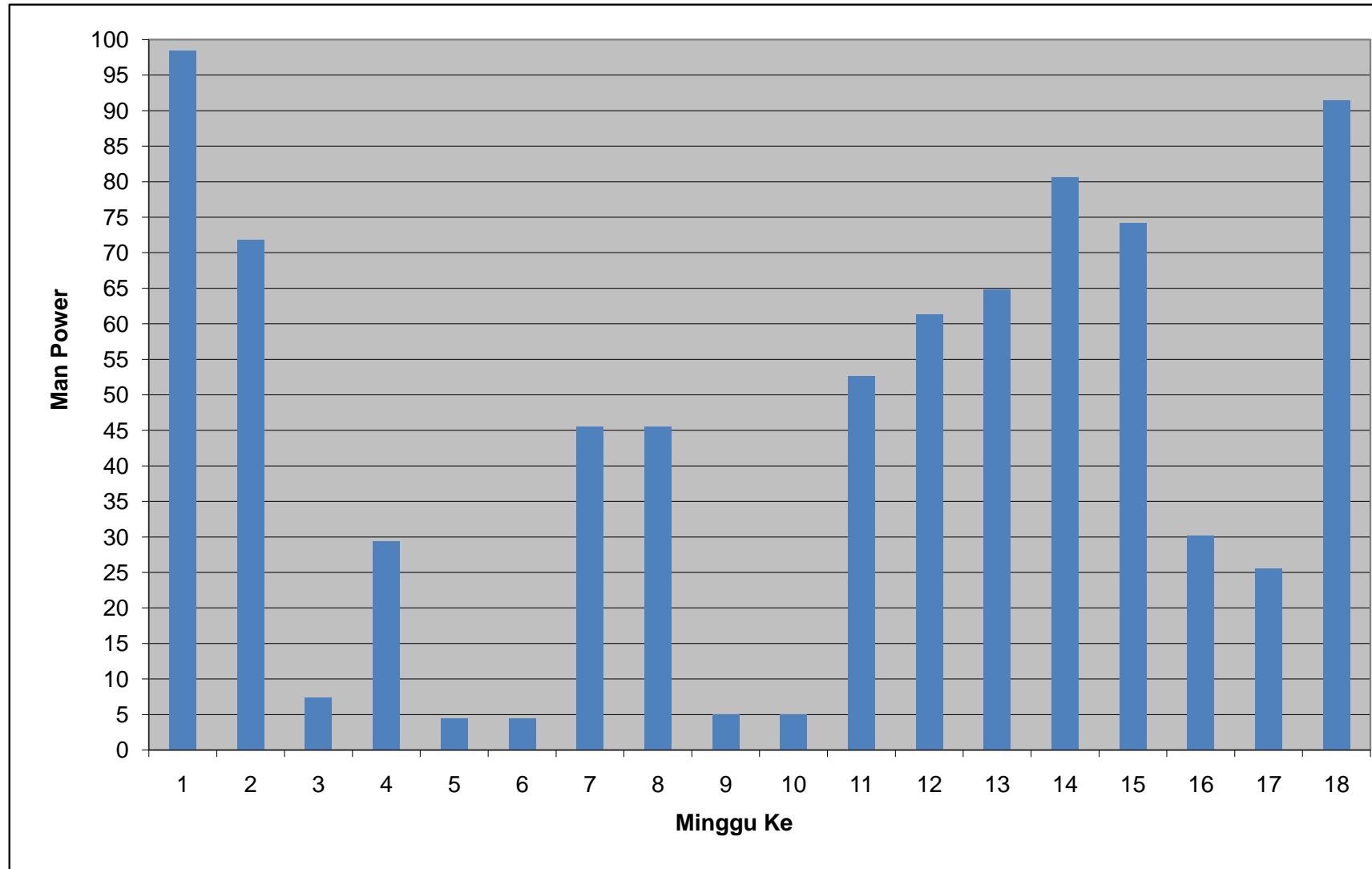
XI PEKERJAAN CAT									
1	Cat Tembok	5362,388	m²	14	Pekerja	0,020	107,248	7,661	6
					Tukang Cat	0,063	337,830	24,131	25
					Kepala Tukang Cat	0,006	33,783	2,413	3
					Mandor	0,003	13,406	0,958	1
2	Cat Plafond,Kayu / Pelitur	1909,111	m²	14	Pekerja	0,150	286,367	20,455	21
					Tukang Cat	0,015	28,637	2,045	2
					Kepala Tukang Cat	0,100	190,911	13,637	14
					Mandor	0,005	9,546	0,682	1

REKAP MAN POWER

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG BARU
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG D III TEKNIK SIPIL - UNDP
 LOKASI : TEMBALANG - SEMARANG

No.	Jenis Pekerjaan	Man Power (org)	Waktu (minggu)	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4				Bulan 5		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	KET
A. PEKERJAAN PERSIAPAN																						
1	Pembersihan Lapangan	80	1	80,000																		
2	Pemasangan Bouwplank	4	2	2,000	2,000																	
3	Direksi Keel dan Gudang	33	2	16,500	16,500																	
4	Pagar Keliling	23	1		23,000																	
B. PEKERJAAN TANAH																						
1	Galian Tanah	28	1		28,000																	
2	Urugan Pasir	2	3		0,667	0,667	0,667															
3	Urugan Tanah kembali	16	1				16,000															
C. PEKERJAAN PASANGAN																						
1	Airstamping	5	3		1,667	1,667	1,667															
2	Batu Belah 1 : 3 : 10	6	1				6,000															
3	Batu Batu 1:3	5	2						2,500	2,500												
4	Batu Batu 1:3:10	72	2						36,000	36,000												
D. PEKERJAAN BETON																						
1	Pondasi	10	2			5,000	5,000															
2	Sloof Struktur	6	2					3,000	3,000													
3	Kolom Struktur	9	6					1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500									
4	Balok Struktur	7	5						1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400								
5	Ring Balok	10	1											10,000								
6	Plat Lantai	13	6						2,167	2,167	2,167	2,167	2,167	2,167								
7	Tangga	4	2						2,000	2,000												
E. PEKERJAAN PLESTERAN																						
1	Plesteran 1:4	5	4									1,250	1,250	1,250	1,250							
2	Plesteran 1:3	71	4									17,750	17,750	17,750	17,750							
F. PEKERJAAN LANTAI																						
1	Ubin Keramik Plint 10 x 10	9	2													4,500	4,500					
2	Ubin Keramik 20 x 20	7	2												3,500	3,500						
3	Ubin Keramik Granito 40 x 40	4	4											1,000	1,000	1,000	1,000					
4	Ubin Keramik 20 x 25	4	2										2,000	2,000								
G. PEKERJAAN ATAP																						
1	Penutup Bubungan	4	2												2,000	2,000						
2	Nok	4	2													2,000	2,000					
3	Papan Listplank	14	3													4,667	4,667	4,667				
4	Genteng beton	10	3													3,333	3,333	3,333				
5	Kuda-kuda baja	38	3											12,667	12,667	12,667						
H. PEKERJAAN KAYU																						
1	Kusen Pintu dan Jendela	4	5									0,800	0,800	0,800	0,800	0,800						
2	Daun Pintu dan Jend.Panil Kayu Kamfer	44	3												14,667	14,667	14,667					
3	Kaca Mati 5 mm	9	1																	9,000		
4	Aksesoris	27	1																	27,000		
I. PEKERJAAN PLAFOND																						
1	Plafond Kalsiboard Rangka Hollow	70	3									23,333	23,333	23,333								
J. PEKERJAAN SANITAIR																						
2	Instalasi Air Bersih,Kotor& Air hujan	18	3									6,000	6,000	6,000								
3	Perlengkapan KM	50	2												25,000	25,000						
K. PEKERJAAN CAT																						
1	Cat Tembok	35	2																17,500	17,500		
2	Cat Plafond Kayu/Pelitur	38	1																	38,000		
MAN POWER MINGGU KE					98,500	71,833	7,333	29,333	4,500	4,500	45,567	45,567	5,067	5,067	52,700	61,300	64,800	80,633	74,133	30,167	25,500	91,500
MAN POWER KUMULATIF					98,500	170,333	177,667	207,000	211,500	216,000	261,567	307,133	312,200	317,267	369,967	431,267	496,067	576,700	650,833	681,000	706,500	798,000

GRAFIK MAN POWER



TIME SCHEDULE

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG BARU
PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG D III TEKNIK SIPIL - UNDI
LOKASI : TEMBALANG - SEMARANG

No.	Jenis Pekerjaan	Bobot %	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4				Bulan 5		KET
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
A. PEKERJAAN PERSIAPAN																					
1	Pembersihan Lapangan	0,474	0,474																		
2	Pemasangan Bouwplank	0,104	0,052	0,052																	
3	Dreksi Keel dan Gording	1,177	0,586	0,586																	
4	Pagar Keliling	0,531		0,531																	
5	Pembuatan Papan Nama Proyek	0,005		0,005																	
6	Air Kerpj	0,050	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	
7	Administrasi	0,062	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	
8	Konvensi Proyek	0,062	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	
B. PEKERJAAN TANAH																					
1	Galian Tanah	0,264		0,264																	
2	Urugan Pasir	0,125		0,042	0,042																
3	Urugan Tanah kembali	0,052				0,052															
4	Urugan Tanah Bawah Lantai	0,039					0,019														
C. PEKERJAAN PASANGAN																					
1	Akarsamping	0,231		0,077	0,077	0,077															
2	Batu Beton 1 : 3 : 10	0,087				0,087															
3	Batu Bata 1:3	0,011						0,006	0,006												
4	Batu Bata 1:3:10	0,282						0,141	0,141												
D. PEKERJAAN BETON																					
1	Pondasi	3,018			1,509	1,509															
2	Stoof Struktur	1,320					0,663	0,663													
3	Kolom Struktur	20,295					3,361	3,361	3,361	3,361	3,361	3,361									
4	Balok Struktur	8,633							1,727	1,727	1,727	1,727	1,727								
5	Ring Balk	1,105													1,105						
6	Plat Lantai	19,630							3,272	3,272	3,272	3,272	3,272	3,272							
7	Tangga	0,747							0,373	0,373											
8	Pembesian Dinding	1,091					0,545	0,545													
9	Beton Rabat	0,682															0,227	0,227	0,227		
10	Beton Plat Atap	3,127												1,042	1,042	1,042					
11	Tiang Pancang 25 x 25 cm	5,883	1,471	1,471	1,471	1,471															
E. PEKERJAAN PLESTERAN																					
1	Plesteran 1:4	0,086												0,021	0,021	0,021	0,021				
2	Plesteran 1:3	2,543												0,636	0,636	0,636	0,636				
F. PEKERJAAN LANTAI																					
1	Ubin Keramik Plint 10 x 10	0,039															0,019	0,019			
2	Ubin Keramik 20 x 20	0,121														0,061	0,061				
3	Ubin Keramik Granito 40 x 40	8,664													2,166	2,166	2,166	2,166			
4	Ubin Keramik 20 x 25	0,036													0,018	0,018					
G. PEKERJAAN ATAP																					
1	Penutup Bubungan	0,012														0,006	0,006				
2	Nok	0,285															0,143	0,143			
3	Papan Listplank	0,237															0,079	0,079	0,079		
4	Genteng beton	0,779															0,260	0,260	0,260		
5	Kuda-kuda baja	5,220												1,742	1,742	1,742					
H. PEKERJAAN KAYU																					
1	Kusen Pintu dan Jendela	0,932										0,186	0,186	0,186	0,186	0,186					
2	Daun Pintu dan Jend. Papan Kayu Kamfer	1,690													0,565	0,565	0,565				
3	Kaca Mati 5 mm	0,053																		0,053	
4	Aksesoris	0,212																		0,212	
I. PEKERJAAN PLAFOND																					
1	Plafond Kalisboard Rangka Hollow	2,156											0,719	0,719	0,719						
2	List Plafond	0,252												0,063	0,063	0,063	0,063				
J. PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK																					
1	Peningkatan Daya Listrik	0,075								0,037	0,037										
2	Penangkal Petir 2 Split	0,249								0,125	0,125										
3	Instalasi listrik	0,761										0,254	0,254	0,254							
4	Aesoris listrik	0,042														0,021	0,021				
K. PEKERJAAN SANITAIR																					
1	Sambungan PDAM Baru	0,062							0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010							
2	Instalasi Air Bersih Dan Air Kotor	0,719										0,240	0,240	0,240							
3	Perlengkapan KM	2,162														1,081	1,081				
L. PEKERJAAN CAT																					
1	Cat Tembok	2,660																	1,330	1,330	
2	Cat Plafond Kayu/Pelitur	0,847																		0,847	
J.M.L.A.H			100,00																		
PRESTASI MINGGU KE			2,595	2,840	3,358	4,166	5,120	6,700	8,421	10,421	9,263	8,063	7,116	6,308	5,597	5,077	4,629	3,969	3,405	2,952	
PRESTASI KUMULATIF			2,595	5,435	8,793	12,959	18,079	24,779	33,200	43,621	52,884	60,947	68,063	74,371	79,968	85,045	89,674	93,643	97,048	100,000	

BAB IX
RENCANA KERJA DAN SYARAT

PEKERJAAN PROYEK : PEMBANGUNAN GEDUNG 3 LANTAI RUANG
KULIAH PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNIK SIPIL UNDIP SEMARANG

LOKASI : TEMBALANG SEMARANG

TAHUN ANGGARAN : 2010

DAFTAR ISIAN PROYEK (DIP)

Nomor :/...../...../.... / 2010
Tanggal : 2010
Tahun Anggaran : 2010

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

Alamat : Jl. Pedalangan Tembalang Semarang Selatan

Telp. (024) 7471379



**RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT
(RKS)**

KEGIATAN

PEMBANGUNAN GEDUNG BARU

PEKERJAAN

PEMBANGUNAN GEDUNG 3 LANTAI DIPLOMA III

TEKNIK SIPIL UNDIP

K O N S U L T A N P E R E N C A N A

PT. ARSIGRANADA

Operasional: Jl. Singosari II/23 Semarang, Telp. (024) 8339574

RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG BARU

PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG 3 LANTAI

D III TEKNIK SIPIL

LOKASI : Jl.TEMBALANG - SEMARANG

TAHUN : 2010

BAB I

SYARAT-SYARAT UMUM

Pasal I.01

PERATURAN UMUM

Tata laksana dalam penyelenggaraan bangunan ini dilaksanakan berdasarkan peraturan-peraturan sebagai berikut :

1. Sepanjang tidak ada ketentuan lain untuk melaksanakan pekerjaan bangunan borongan di Indonesia, maka yang sah dan mengikat adalah syarat-syarat umum untuk melaksanakan pekerjaan borongan bangunan di Indonesia No. 9 tanggal 28 Mei 1941 dan tambahan lembaran negara NP.14571.
2. Keputusan Presiden RI No. 16 tahun 1994, tanggal 22 Maret 1994, tentang pedoman pelaksanaan APBN.
3. Keputusan Presiden RI No. 24 tahun 1995, tanggal 28 April 1995 tentang perubahan Keppres No. 16, tanggal 22 Maret 1994 tentang pelaksanaan APBN.
4. Instruksi Presiden No. 1 tahun 1988, tentang tata cara pengadaan barang dan jasa.
5. Keputusan Presiden RI No. 6 tahun 1988, tentang pencabutan beberapa ketentuan mengenai pengadaan barang dan jasa.
6. Pedoman dari Dirjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik tentang tata cara penyelenggaraan bangunan gedung negara tahun 1973 / 1974.
7. a. Surat Edaran Bersama BAPPENAS dan Departemen Keuangan
No. 1009/D.VI/2/1995, tanggal 10 Februari 1995 SE-28/A/35/0295. Perihal Pedoman dan Standarisasi Pembangunan Bangunan Gedung Negara yang dibiayai dari APBN.
b. Surat Keputusan Dirjen Cipta Karya, No: 025/KPTS/CK/1993 tanggal 1 April 1993, tentang pedoman operasional penyelenggaraan pembangunan gedung negara.
8. Peraturan Pemerintah daerah setempat.
9. Keputusan Menteri Sekretaris Negara selaku Ketua Tim Pengendali Pengadaan barang/peralatan Pemerintah No. 3547/TPPBPP/XII/1985 tanggal 31 Desember 1985, tentang pedoman prakualifikasi.

10. Keputusan Menteri Pekerjaan Umum RI No. 61/KPTS/1981, tentang Prosedur Pokok Pengadaan Bangunan Gedung Negara.

Pasal I.02

PEMBERI TUGAS PEKERJAAN

Pemberi Tugas Pekerjaan adalah : Pemimpin Bagian Proyek Pembangunan Gedung Diploma III Teknik Sipil Undip Semarang.

Pasal I.03

DIREKSI

Pengendalian pelaksanaan pekerjaan ini dilakukan oleh Proyek yang dalam hal ini terdiri atas :

1. Pengelola Administrasi dan Keuangan Proyek dari Unsur-unsur Pemegang Mata Anggaran.
2. Pengelola Teknis dari Cabang Dinas PT. Arsigranada Semarang

Pasal I.04

PERENCANA

1. Perencana untuk pekerjaan ini adalah : PT. ARSIGRANADA
2. Perencana berkewajiban untuk berkonsultasi dengan pihak proyek pada tahap perencana dan penyusunan dokumen lelang secara berkala.
3. Perencana berkewajiban pula untuk mengadakan pengawasan berkala dalam bidang Arsitektur dan Struktur.
4. Perencana tidak dibenarkan merubah ketentuan-ketentuan pelaksanaan pekerjaan sebelum mendapat ijin dari Pemimpin Bagian Proyek.
5. Bilamana Perencana menjumpai kejanggalan-kejanggalan dalam pelaksanaan wajib melaporkan kepada Pemimpin Bagian Proyek.

Pasal I.05

PENGAWAS LAPANGAN

1. Didalam pelaksanaan sehari-hari ditempat pekerjaan, sebagai Pengawas Lapangan adalah Konsultan Pengawas.
2. a. Konsultan Pengawas tidak dibenarkan merubah ketentuan-ketentuan pelaksanaan pekerjaan sebelum mendapat ijin dari Pemimpin Bagian Proyek.

b. Bilamana Pengawas Lapangan menjumpai kejanggalan-kejanggalan dalam pelaksanaan atau menyimpang dari Bestek supaya segera memberitahukan kepada Pemimpin Bagian Proyek.

1. Konsultan Pengawas diwajibkan menyusun rekaman pengawasan.

Selama pelaksanaan proyek berlangsung dari 0% - 100%, disampaikan kepada Pimpinan Bagian Proyek dan Unsur Teknis.

Pasal I.06

PEMBORONG / KONTRAKTOR

Perusahaan berstatus Badan Hukum yang usaha pokoknya adalah melaksanakan pekerjaan pemborong dengan kualifikasi CI (Kepres no.16 tanggal 22 Maret 1994) untuk bidang Bangunan Gedung dan Pabrik yang memenuhi syarat-syarat bonafiditas, kualitas dan kuantitas menurut Panitia Lelang yang ditunjuk oleh Pimpinan Bagian Proyek untuk melaksanakan pekerjaan Pembangunan gedung tersebut setelah memenangkan pelelangan ini.

Pasal I.07

PEMBERIAN PENJELASAN

1. Pemberian penjelasan (Aanswijzing) akan dilaksanakan pada:

- a. Hari :
- b. Tanggal :
- c. Waktu / jam :
- d. Tempat :

2. Bagi mereka yang tidak dapat mengikuti aanwijzing tidak diperbolehkan mengikuti lelang.

3. Berita acara Pemberian Penjelasan (aanwijzing) dapat diambil :

- a. Hari :
- b. Tanggal :
- c. Waktu :
- d. Tempat :

Pasal I.08

PELELANGAN

1. Pelelangan akan dilakukan sesuai dengan keputusan Presiden No.24 tahun 1995 serta perubahannya pada saat pelelangan.
2. Pemasukan Syarat Penawaran dilakukan paling lambat pada :
 - a. Hari :
 - b. Tanggal :
 - c. Waktu / jam :
 - d. Tempat :
3. Pembukuan Surat Penawaran akan dilakukan oleh Panitia Lelang dihadapan para rekanan/pemborong pada :
 - a. Hari :
 - b. Tanggal :
 - c. Waktu / jam :
 - d. Tempat :
4. Wakil Pemborong yang mengikuti/menghadiri pelelangan harus membawa Surat Kuasa bermaterai Rp. 2.000,- dari Direktur Pemborong dan bertanggung jawab penuh.

Pasal I.09

SAMPUL PENAWARAN

1. Sampul Surat Penawaran berukuran 25 cm X 40 cm berwarna putih dan tidak tembus baca.
2. Sampul Surat Penawaran yang sudah berisi Surat Penawaran lengkap dilak lima tempat dan tidak diberi kode cap cincin atau kop perusahaan dan kode-kode lainnya.
3. Sampul Surat Penawaran disebelah kiri atas dan disebelah kanan atas supaya ditulisi dan diketik langsung tidak boleh tempelan (periksa contoh sampul Surat Penawaran), dengan huruf besar.

CONTOH SAMPUL SURAT PENAWARAN

PENAWARAN PEKERJAAN

PEKERJAAN :
HARI :
TANGGAL :
WAKTU :

Pasal I.10

SAMPUL SURAT PENAWARAN YANG TIDAK SAH

Sampul Surat Penawaran tidak sah dan dinyatakan gugur bilamana:

1. Sampul Surat Penawaran dibuat menyimpang dari atau tidak sesuai dengan syarat-syarat dalam pasal I.09
2. Sampul Surat Penawaran terdapat nama penawar atau terdapat harga penawaran atau terdapat tanda-tanda diluar syarat-syarat yang telah ditentukan dalam pasal I.09.

Pasal I.11

PERSYARATAN PENAWARAN

1. Penawar yang diminta adalah penawaran yang sama sekali lengkap menurut gambar, ketentuan-ketentuan RKS serta Berita Acara Aanwijzing.
2. Surat-surat yang dibuat oleh pemborong harus dibuat diatas kertas yang ada kop stuk nama perusahaan (pemborong) dan harus ditandatangani oleh Direktur Pemborong yang terangnya.
3. Bilamana Surat Penawaran tidak ditandatangani oleh Direktur Pemborong sendiri harus dilampiri : Surat kuasa dari Direktur Pemborong.
4. Surat Penawaran supaya dibuat rangkap 5 (lima) lengkap dengan lampiran-lampirannya dan Surat yang asli diberi materai Rp.6.000,00 dan materai supaya diberi tanggal, terkena tandatangan dan cap perusahaan.
5. Surat Penawaran termasuk lampiran-lampirannya supaya dimasukkan ke dalam satu amplop sampul surat penawaran yang tertutup.
6. Lampiran-lampiran Surat Penawaran tersebut antara lain seperti:
 - a. Foto copy Surat Undangan.
 - b. Surat Penawaran.
 - c. RAB dan Rekapitulasi.

- d. Daftar Harga Satuan Pekerjaan.
- e. Daftar/analisa harga.
- f. Daftar Harga Satuan bahan dan upah kerja.
- g. Jadwal kerja pelaksanaan / time schedule.
- h. Daftar Tenaga Ahli yang ditugaskan untuk proyek ini.
- i. Surat-surat kesanggupan bermaterai Rp. 6.000,- dibuat 1 (satu) lembar yaitu :
 - 1. Membayar retribusi bahan galian Gol.C pada kantor Dipenda.
 - 2. Mengasuransikan tenaga kerjanya pada Perum Astek.
 - 3. Tunduk kepada Peraturan Daerah setempat.
 - 4. Sanggup membayar jaminan Pelaksanaan bagi yang mengikuti pelelangan.
- j. Foto copy tanda keanggotaan Gapensi / yang masih berlaku
- k. Foto copy sertifikasi dan LPJKN.
 - 1. Foto copy akte Pendirian Perusahaan lengkap perubahannya.
- m. Foto copy SIUJK dari Kanwil Departemen PU
- n. Foto copy NPWP (asli ditunjukkan saat lelang)
- o. Foto copy tanda Pengusaha Kena Pajak.
- p. Rekening koran selama 3 (tiga) bulan.
- q. Neraca perusahaan tahun terakhir.
- r. Struktur organisasi dan personil perusahaan.

YANG MENGGUNAKAN KERTAS KOP PERUSAHAAN

- 1. Surat Penawaran
- 2. Surat Pernyataan/kesanggupan
- 3. Daftar satuan bahan dan upah hal satu
- 4. Daftar Satuan Pekerjaan halaman satu.
- 5. RAB dan Rekapitulasi halaman satu
- 6. Daftar Analisa halaman pertama
- 7. Daftar Peralatan halaman pertama
- 8. Daftar Tenaga Ahli yang ditugaskan pada proyek ini.

Catatan :

Bilamana saat bersamaan rekanan mengikuti tender pada instansi lain surat asli dapat diteliti oleh Ketua/Sekretaris panitia dengan membawa aslinya + foto copynya.

SURAT ASLI YANG HARUS DIBAWA :

- a. Akte Pendirian Perusahaan lengkap dengan Perusahaan
 - b. Foto copy sertifikasi dan LPJKN.
 - c. Surat Tanda Anggota Gapensi
 - d. Surat Ijin Usaha Jasa Konstruksi (SIUJK)
 - e. Surat Nomor Pokok Wajib Pajak (NPWP)
 - f. Surat Tender Garansi (diserahkan saat lelang kepada Panitia)
7. Bagi pemborong yang sudah memasukkan surat penawaran, tidak dapat mengundurkan diri dan terikat untuk melaksanakan dan menyelesaikan pekerjaan tersebut bilamana pekerjaan diberikan kepadanya menurut penawaran yang diajukan.
 8. Dalam hal pemenang pertama pelelangan mengundurkan diri, pemenang urutan kedua dapat ditunjuk untuk melaksanakan sepanjang harga penawarannya tidak melebihi perkiraan harga yang dikalkulasikan secara keahlian.
 9. Bagi pemborong yang mengundurkan diri setelah ditunjuk (pasal I.10) dikenakan sanksi ialah :
 - a. Tidak ikut sertakan dalam tender yang akan datang.
 - b. Dicatat dalam konduite.
 - c. Tender garansi dinyatakan hilang dan menjadi milik negara.
 10. Bagi pe`serta yang tidak mendapat pekerjaan, tender garansi dapat diambil setelah ada pengumuman pemenang lelang.

Pasal I.12

SURAT PENAWARAN YANG TIDAK SAH

Surat Penawaran yang tidak sah dan dinyatakan gugur, bilamana :

1. Surat Penawaran tidak dimasukkan dalam sampul tertutup.
2. Surat Penawaran, surat pernyataan dan daftar analisa serta RAB, dibuat tidak diatas kop nama dari pemborong yang bersangkutan.

3. Surat Penawaran tidak ditanda tangani oleh penawar.
4. Surat penawaran asli tidak bermaterai Rp. 6.000,- tidak diberi tanggal dan tidak terkena tanda tangan penawaran/tidak ada cap perusahaan.
5. Harga penawaran yang tertulis dengan angka tidak sesuai dengan yang tertulis dengan huruf.
6. Tidak jelas besarnya jumlah penawaran baik tertulis maupun dengan angka atau dengan huruf.
7. Surat penawaran dari pemborong yang tidak diundang.
8. Surat penawaran yang tidak lengkap lampirannya seperti pada pasal I.10.6 atau terdapat lampiran surat penawaran yang tidak sah.

Pasal I.13

CALON PEMENANG

1. Apabila harga dalam penawaran telah dianggap wajar dan dalam batas ketentuan mengenai harga satuan (harga standard) yang telah ditetapkan serta telah sesuai dengan ketentuan yang ada, maka Panitia menetapkan 3 (tiga) peserta yang telah memasukkan penawaran yang paling menguntungkan negara dalam arti:
 - a. Penawaran secara teknis dapat dipertanggung jawabkan.
 - b. Perhitungan harga ditawarkan dapat dipertanggung jawabkan.
 - c. Penawaran yang tersebut adalah yang terendah diantara penawaran yang memenuhi syarat seperti tersebut pada no. 1a dan 1b diatas.
2. Jika 2 peserta atau lebih mengajukan harga penawaran sama, maka panitia memilih peserta menurut pertimbangan mempunyai kecakapan dan kemampuan terbesar. Jika bahan-bahan untuk menentukan pilihan tidak ada, maka penilaiannya dilakukan dengan undian, hal mana harus dicatat dalam Berita Acara.
3. Panitia membuat laporan kepada pejabat yang berwenang mengambil keputusan mengenai penetapan calon pemenang. laporan tersebut disertai usulan serta penjelasan tambahan dan keterangan untuk mengambil keputusan.

Pasal I.14

PENETAPAN PEMENANG

Berdasarkan laporan yang disampaikan oleh Panitia, Pejabat yang berwenang menetapkan pemenang pelelangan dan cadangan pemenang pelelangan diantara calon yang diusulkan oleh Panitia.

Pasal I.15

PENGUMUMAN PEMENANG

1. Pengumuman pemenang dilakukan oleh Panitia setelah ada penetapan pemenang pelelangan dari pejabat yang berwenang.
2. Kepada rekanan yang berkeberatan atas penetapan pemenang pelelangan diberikan kesempatan untuk mengajukan sanggahan secara tertulis kepada pejabat yang bersangkutan selambat-lambatnya dalam waktu 4 (empat) hari setelah pengumuman / penetapan pemenang. Sanggahan hanya dapat diajukan terhadap prosedur pelaksanaan pelelangan.
3. Jawaban terhadap sanggahan diberikan secara tertulis selambat-lambatnya dalam waktu 4 (empat) hari kerja setelah diterimanya sanggahan tersebut.

Pasal I.16

PEMBATALAN PELELANGAN

1. Peserta lelang yang memasukkan surat penawaran kurang dari 5 (lima) rekanan. Penawaran yang memenuhi syarat-syarat (yang sah) kurang dari 3 (tiga) peserta yaitu :
 - a. Harga Standard dilampaui.
 - b. Dana yang tersedia tidak cukup.
 - c. Harga-harga yang ditawarkan dianggap tidak wajar.
2. Apabila sanggahan dari rekanan dianggap benar.
3. Berhu`bung berbagai hal tidak memungkinkan mengadakan penetapan pemenang.

Pasal I.17

KEPUTUSAN PEMBERIAN PEKERJAAN

1. Pemimpin bagian proyek akan memberikan pekerjaan kepada pemborong sesuai dengan peraturan yang berlaku.

2. SPK akan diberikan kepada Pemborong yang telah ditunjuk paling lambat dalam waktu 10 (sepuluh) hari, paling lambat dalam waktu 10 (sepuluh) hari setelah pengumuman pemenang pelelangan.

Pasal I.18

PELAKSANA PEMBORONG

1. Bilamana akan memulai pekerjaan di lapangan, pihak pemborong supaya memberitahukan secara tertulis kepada Pemimpin Bagian Proyek ybs.
2. Pemborong supaya menempatkan seorang kapala pelaksana yang ahli diberi kuasa penuh oleh Direktur Pemborong untuk bertindak atas namanya. Dan memberitahukan secara tertulis kepada Pimbagro, selambat-lambatnya 1 minggu setelah pekerjaan dimulai.
3. Kepala Pelaksana yang diberi kuasa penuh harus selalu ditempat pekerjaan agar pekerjaan dapat berjalan lancar sesuai dengan apa yang ditugaskan oleh proyek.
4. Kepala Pelaksana supaya yang berpengalaman dan pembantu-pembantunya minimal dapat memahami bestek dan mengerti gambar.

Pasal I.19

SYARAT-SYARAT PELAKSANAAN

Kontraktor sebelum mulai pelaksana pekerjaan diharuskan mengadakan penelitian antara lain:

1. Lapangan /lahan yang tersedia
2. Gambar-gambar secara menyeluruh
3. Penjelasan-penjelasan yang tertuang dalam Berita Acara Aanwijzing. Pekerjaan harus dilaksanakan antara lain menurut:
 - a. RKS dan gambar-gambar detail untuk pekerjaan ini.
 - b. RKS dan segala perubahan-perubahannya dalam aanwijzing (Berita Acara Aanwijzing)
 - c. Petunjuk-petunjuk dari Pemimpin Bagian Proyek Pengelola Proyek dan Konsultan Pengawas.

Pasal I.20

KETETAPAN UKURAN-UKURAN

DAN PERUBAHAN-PERUBAHANNYA

1. Pemborong harus bertanggung jawab atas tepatnya pekerjaan menurut ukuran-ukuran yang tercantum dalam gambar dan bestek.
2. Pemborong diwajibkan mencocokkan ukuran satu sama lain, apabila ada perbedaan ukuran dalam gambar dan RKS segera dilaporkan kepada Pimpinan Bagian Proyek.
3. Bilamana ternyata terdapat selisih atau perbedaan ukuran antara gambar dan RKS, maka petunjuk Pimpinan Bagian Proyek yang dijadikan pedoman.
4. Bila dalam pelaksanaan pekerjaan diadakan perubahan, maka pemborong tidak berhak minta ongkos kerugian, kecuali bilamana pihak pemborong dapat membuktikan bahwa dengan adanya perubahan-perubahan tersebut pemborong menderita kerugian.
5. Bilamana dalam pelaksanaan harus pekerjaan diadakan perubahan-perubahan, maka perencana harus membuat gambar perubahan (revisi) dengan tanda garis berwarna diatas gambar aslinya, kesemuanya atas biaya Perencana. Gambar perubahan tersebut harus disetujui oleh Pemimpin Bagian Proyek.
6. Didalam pelaksanaan, pemborong tidak boleh menyimpang dari ketentuan-ketentuan Pemimpin Bagian Proyek.

Pasal I.21

PENJAGAAN DAN PENERANGAN

1. Pemborong ikut bertanggung jawab atas keamanan dan harus mengurus penjagaan diluar jam kerja (siang dan malam) dalam komplek pekerjaan termasuk bangunan yang sedang dikerjakan, gedung,dll.
2. Untuk kepentingan keamanan dan penjagaan perlu diadakan penerangan/lampu pada tempat tertentu, satu dan lain hal atas kehendak Proyek.
3. Pemborong bertanggung jawab sepenuhnya atas bahan dan alat-alat lain yang disimpan dalam gudang dan halaman pekerjaan Apabila terjadi kebakaran dan pencurian, pemborong harus segera mendatangkan gantinya untuk kelancaran pekerjaan.
4. Pemborong harus menjaga jangan sampai terjadi kebakaran atau alat bantu lain untuk keperluan yang sama harus selalu berada di tempat pekerjaan.

5. Segala resiko dan kemungkinan kebakaran yang menimbulkan kerugian-kerugian dalam pelaksanaan pekerjaan dan bahan-bahan material juga gudang dll, sepenuhnya menjadi tanggung jawab pemborong.

Pasal I.22

KESEJAHTERAAN DAN KESELAMATAN KERJA

1. Bilamana terjadi kebakaran, kecelakaan Pemborong harus segera mengambil tindakan dan segera memberitahukan kepada Pemimpin Bagian Proyek.
2. Pemborong harus memenuhi / mentaati peraturan-peraturan tentang perawatan korban dan keluarganya.
3. Pemborong harus menyediakan obat-obatan yang tersusun menurut syarat-syarat Palang Merah dan setiap kali habis digunakan harus dilengkapi lagi.
4. Pemborong selain memberikan pertolongan kepada pekerja juga selalu memberikan bantuan pertolongan kepada pekerja pihak ketiga dan juga menyediakan air minum yang memenuhi syarat kesehatan.
5. Pemborong diwajibkan mentaati Undang-undang Ketenaga kerjaan.

Pasal I.23

PENGUNAAN BAHAN BANGUNAN

1. Semua bahan-bahan bangunan untuk pekerjaan ini sebelum digunakan harus mendapat persetujuan dari Direksi terlebih dahulu.
2. Semua bahan-bahan bangunan yang telah dinyatakan oleh Pemimpin Bagian Proyek tidak dapat dipakai (afkeur) harus segera disingkirkan keluar lapangan pekerjaan dan hal ini menjadi tanggung jawab pemborong.
3. Bilamana Pemborong melanjutkan pekerjaan dengan bahan-bahan bangunan yang ditolak, maka proyek berhak menyuruh membongkar dan harus diganti dengan bahan-bahan yang memenuhi syarat atas tanggung jawab Pemborong.
4. Bilamana Pemimpin Bagian Proyek sangsi akan mutu (kualitas) bahan bangunan yang digunakan, Pemimpin Bagian Proyek berhak minta kepada Pemborong untuk memeriksa bahan-bahan bangunan yang akan ditentukan atas biaya Pemborong.
5. Diutamakan menggunakan bahan produksi dalam negeri.

Pasal I.24

KENAIKAN HARGA DAN FORCE MAJUERE

1. Semua kenaikan harga yang bersifat biasa pemborong tidak dapat mengajukan claim.
2. Semua kenaikan harga akibat Pemerintah Republik Indonesia di bidang moneter yang bersifat nasional dapat mengajukan claim sesuai dengan keputusan Pemerintah dan pedoman resmi dari Pemerintah RI.
3. Semua kerugian akibat Force Majeure berupa alam antara lain : gempa bumi, angin topan, hujan lebat, pemberontakan, perang dan lain-lain kejadian tersebut dapat dibenarkan oleh Pemerintah dan berakibat menimbulkan kerusakan bangunan bukan menjadi tanggungan pemborong.

Pasal I.25

LAIN-LAIN

1. Hal-hal yang belum tercantum dalam RKS ini dijelaskan didalam aanwijzing dan akan diberikan petunjuk pengelola proyek.
2. Bilamana jenis pekerjaan yang telah tercantum didalam contoh daftar BQ ternyata terdapat kekurangan, maka kekurangannya tersebut dapat ditambahkan menurut pos-posnya masing-masing dengan menambahkan huruf alfabet pada nomor tersebut dari pos yang bersangkutan, misalnya : pos persiapan nomor terakhir 4, maka penambahannya tidak nomor 5, tetapi nomor 4a, 4b, 4c, dan seterusnya.
3. BQ (Bill of Quantity) yang volume mengikat dalam penawaran, tetapi tidak mengikat dalam pelaksanaan.
4. Pemborong sebelum melaksanakan pembongkaran harus meminta ijin secara tertulis terlebih dahulu kepada direksi/pengelola Proyek/user minimal 1 (satu) minggu sebelumnya.
5. Bahan-bahan bangunan hasil bongkaran yang tidak dapat dipergunakan lagi harus inventarisasi pemborong bersama pengawas.
6. Hasil bongkaran harus diserahkan kepada pihak proyek yaitu sekolah dan dibuatkan Berita Acara Penyerahan yang ditanda tangani oleh pemborong, pengawas, user, dan Pemimpin Bagian Proyek.
7. Biaya untuk pemindahan hasil bongkaran dari lokasi proyek ke tempat penampungan yang telah ditentukan, dibebankan kepada pemborong.

8. Kerusakan bagian bangunan yang diakibatkan oleh Pelaksanaan pekerjaan, menjadi tanggung jawab pemborong sepenuhnya.
9. Penggunaan air, dan listrik kerja yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan ini ditanggung oleh kontraktor/pemborong.
10. Sesuai Perda Dati I Jateng No.14 tahun 1995 sebelum penandatanganan kontrak / perjanjian pekerjaan, supaya membayar leges Rp. 50.000,00 ke DPU Jateng lewat DPU Cabang Prov. DATI II Semarang.
11. IMB merupakan tanggung jawab pemborong, surat-surat berasal dari bagian proyek.

BAB II

SYARAT-SYARAT ADMINISTRASI

Pasal II.01

JAMINAN LELANG

1. Jaminan lelang (tender garansi) berupa surat jaminan dari bank atau perusahaan asuransi kerugian sebesar Rp.....
2. Bagi pemborong yang tidak ditetapkan sebagai pemenang pelelangan, jaminan lelang dapat diambil setelah panitia mengumumkan Pengumuman Pemenang Lelang.
3. Bagi pemborong yang ditetapkan sebagai pemenang pelelangan, jaminan lelang diberikan kembali pada saat jaminan pelaksanaan diterima oleh Pimpinan Proyek sekaligus menandatangani surat Perjanjian Pemborongan.

Pasal II.02

JAMINAN PELAKSANAAN

1. Jaminan pelaksanaan ditetapkan sebesar 5% dari nilai kontrak.
2. Jaminan pelaksanaan diterima oleh Pimpinan Proyek pada waktu menandatangani Surat Perjanjian Pemborongan.
3. Jaminan pelaksanaan dapat dikembalikan bilamana prestasi pelaksanaan mencapai 100% dan pekerjaan telah diserahkan untuk pertama kalinya dan diterima baik oleh Direksi (disertai Berita Acara Penyerahan I).

Pasal II.03

RENCANA KERJA (TIME SCHEDULE)

1. Pemborong harus membuat rencana kerja pelaksanaan yang diperiksa oleh pengawas dan pengawas teknik proyek, dan disetujui oleh Pimpinan Proyek selambat-lambatnya 1 minggu setelah SPK diterbitkan serta Daftar Nama Pelaksana yang ditugaskan diserahkan untuk menyelesaikan Proyek ini.
2. Pemborong diwajibkan untuk melaksanakan pekerjaan merencana kerja tersebut.

Pasal II.04

ANGGARAN HARIAN DAN MINGGUAN

1. Konsultan pengawas tiap minggu diwajibkan mengirim laporan kepada Pemimpin Proyek mengenai prestasi pekerjaan disertai laporan harian, Laporan Harian dan Mingguan dibuat oleh Pengawas Lapangan dan dilegalisir oleh Dinas PU Cipta Karya kotamadya Semarang.
2. Penilaian prosentase kerja atas dasar pekerjaan yang sudah dikerjakan, tidak termasuk bahan-bahan ditempat pekerjaan dan tidak atas dasar besar pengeluaran uang oleh pemborong.
3. Contoh blangko laporan harian dan mingguan agar dikonsultasikan dengan proyek /Dinas PU Cipta Karya kotamadya Semarang.

Pasal II.05

PEMBAYARAN

1. Pembayaran akan diatur dalam kontrak (surat perjanjian pemborong).
2. Tiap mengajukan pembayaran angsuran (termin) dan penyerahan pertama harus disertai Berita Acara Pemeriksaan, dilampiri daftar hasil kemajuan pekerjaan dan foto berwarna.

Pasal II.06

SURAT PERJANJIAN

PEMBORONG (KONTRAK)

1. Surat perjanjian pemborong (kontrak) dibuat rangkap 15 (lima belas) atas biaya pemborong kesemuanya bermeterai Rp. 6.000
2. Kontrak dibuat Proyek, sedang lampiran-lampirannya disiapkan oleh pemborong antara lain :
 - a. Bestek dan voorwaden / RKS yang disahkan
 - b. Berita Acara Aanwijzing yang disahkan.
 - c. Berita Acara pembukaan Surat Penawaran.
 - d. Berita Acara Evaluasi.
 - e. Usulan penetapan pemenang.
 - f. Penetapan Pemenang.
 - g. Pengumuman Pemenang.
 - h. SPK (Gunning).

- i. Surat penawaran beserta lampiran-lampirannya.
- j. Fotocopy jaminan pelaksanaan.
- k. Gambar pelaksanaan.

Pasal II.07

PERMULAAN PEKERJAAN

1. Selambat-lambatnya dalam waktu 1 (satu) minggu terhitung dari SPK (Gunning) dikeluarkan dari Pemimpin Proyek pekerjaan harus dimulai.
2. Bilamana ketentuan seperti tersebut diatas tidak dipenuhi maka jaminan pelaksanaan dinyatakan hilang dan menjadi milik Negara.
3. Pemborong wajib memberitahukan kepada Pemimpin Proyek, bila akan memulai pekerjaan, secara tertulis.

Pasal II.08

PENYERAHAN PEKERJAAN

1. Jangka waktu pelaksanaan pekerjaan selama 100 hari kalender, termasuk hari minggu, hari besar, hari raya.
2. Pekerjaan dapat diserahkan yang pertama kalinya bilamana pekerjaan sudah selesai 100% dan dapat diterima dengan baik oleh Pemimpin Proyek dengan disertai Berita Acara dan dilampiri daftar kemajuan pekerjaan pada penyerahan pertama untuk pekerjaan ini, keadaan halaman dan bangunan harus dalam keadaan rapi dan bersih.
3. Untuk memudahkan suatu penelitian sewaktu diadakan pemeriksaan teknis dalam rangka penyerahan pertama, maka surat permohonan pemeriksaan teknis yang diajukan Pemimpin Proyek supaya dilampiri :
 - a. Daftar kemajuan pekerjaan 100% (seratus persen).
 - b. Tempat album berisi foto berwarna yang menyatakan prestasi dari 0%-100%.
4. Surat permohonan pemeriksaan teknis yang dikirim kepada Pemimpin Proyek harus sudah dikirimkan selambat-lambatnya tujuh hari sebelum batas waktu penyerahan pertama kalinya berakhir.
5. Dalam penyerahan pekerjaan pertama kalinya dan bilamana terdapat pekerjaan instalasi listrik, maka pihak pemborong harus menunjukkan kepada proyek syarat pernyataan bermaterai Rp. 6.000 bahwa instalatur terdaftar di PLN. Bilamana pihak pemborong tidak dapat menunjukkan surat penyerahan

pekerjaan yang pertama kalinya ditangguhkan dahulu, agar tidak menjumpai kesulitan dikemudian hari sewaktu akan menyambung aliran listrik.

6. Instalasi penangkal petir dengan data-datanya.

Pasal II.09

PEMELIHARAAN

1. Jangka waktu pemeliharaan adalah 20 hari kalender sehabis penyerahan pertama.
2. Bilamana dalam masa pemeliharaan (Onderhoud Termijn) terjadi kerusakan akibat kurang sempurnanya dalam pelaksanaan atau kurang baiknya mutu bahan-bahan yang dipergunakan maka pemborong harus segera memperbaiki dan menyempurnakannya.
3. Meskipun pekerjaan telah diserahkan untuk kedua kalinya, namun pemborong masih terikat dalam pasal 1609 KUHP

Pasal II.10

PERPANJANGAN WAKTU

PENYERAHAN

1. Surat permohonan perpanjangan waktu penyerahan pertama yang diajukan kepada Pemimpin Proyek harus sudah diterima selambat-lambatnya 15 (lima belas) hari sebelum batas waktu penyerahan pertama kalinya berakhir dan surat tersebut supaya dilampiri :
 - a. Data-data yang lengkap.
 - b. Time schedule baru yang sudah disesuaikan dengan sisa pekerjaan.
2. Surat permohonan waktu penyerahan pekerjaan tanpa ada data-data yang lengkap tidak akan dipertimbangkan.
3. Permintaan perpanjangan waktu penyerahan pekerjaan pertama kalinya dapat diterima oleh Pemimpin Proyek bilamana:
 - a. Adanya pekerjaan tambahan atau pengurangan (meer and minder) yang tidak dapat dielakkan lagi setelah atau sebelum kontrak ditanda tangani oleh kedua belah pihak.
 - b. Adanya surat perintah tertulis dari Pemimpin Proyek tentang pekerjaan tambahan.
 - c. Adanya surat perintah tertulis dari Pemimpin Proyek bahwa pekerjaan untuk sementara waktu dihentikan.

- d. Adanya gangguan curah hujan yang terus menerus ditempat pekerjaan secara langsung mengganggu pekerjaan, yang dilaporkan oleh konsultan Pengawas dan dilegalisasi oleh unsure teknis yang bersangkutan.
- e. Pekerjaan tidak dapat dimulai tepat pada waktunya yang telah ditentukan karena lahan yang telah dipakai untuk bangunan masih ada permasalahan.

Pasal II.11

DENDA

(Pasal 49 A.V)

1. Bilamana batas waktu penyerahan pekerjaan yang pertama kalinya dilampaui (tidak dipenuhi), maka Pemborong dikenakan denda / diwajibkan membayar denda 2 (dua) permil tiap hari keterlambatan, maksimal 5% dari nilai kontrak.
2. Menyimpang dari pasal 49 A.V terhadap segala kelalaian mengenai peraturan atau tugas yang tercantum dalam bestek ini tidak ada ketentuan denda lainnya, pemborong dapat dikenakan denda sebesar 2 permil tiap kali terjadi kelalaian dengan tidak diperlukan pengecualian.
3. Berdasar pasal 1609 KUHP, Pemborong bertanggung jawab perihal struktur dan konstruksi bangunan yang dikerjakan selama 10 (sepuluh) tahun.
4. Bilamana ada perintah untuk mengerjakan pekerjaan tambahan dan tidak disebutkan waktu pelaksanaannya, tidak akan diperpanjang.
5. Bilamana untuk jangka waktu penyerahan kedua yang telah ditetapkan dilampaui maka Pemborong akan dikenakan denda sama dengan sub 1.

Pasal II.12

PEKERJAAN TAMBAHAN DAN

PENGURANGAN

1. Harga untuk pekerjaan tambah yang diperintahkan secara tertulis oleh Pemimpin Proyek, pemborong dapat mengajukan pembayaran tambahan.
2. Sebelum pekerjaan tambahan, pemborong supaya mengajukan kepada Pemimpin Proyek dapat diperhitungkan apakah pekerjaan tambahan tersebut dapat dibayar atau tidak.
3. Didalam mengajukan Daftar RAB pekerjaan tambahan ditambah 10% keuntungan pemborong dari bousom dan pajak jasa 10% dari jumlah (Bousom tambah keuntungan pemborong).

4. Untuk memperhitungkan pekerjaan tambahan dan pengurangan menggunakan harga satuan yang telah dimasukkan dalam penawaran / kontrak.
5. Bilamana Harga Satuan Pekerjaan belum tercantum dalam Surat Penawaran yang diajukan, maka akan disesuaikan secara musyawarah.

Pasal II.13

DOKUMENTASI

1. Sebelum pekerjaan dimulai, keadaan lapangan atau tempat pekerjaan masih 0% supaya diadakan pemotretan 2 pandangan ditempat yang dianggap penting menurut pertimbangan Direksi dengan ukuran 9 cm x 14 cm sebanyak 5 setel.
2. Setiap permintaan pembayaran Angsuran (termijn) dan penyerahan pertama harus diadakan pemotretan yang masing-masing menurut pengajuan termijn dengan ukuran 9 cm x 14 cm sebanyak 5 setel.
3. Sedangkan ukuran foto berwarna untuk Penyerahan Pekerjaan yang pertama kalinya adalah 13 cm x 24 cm sebanyak 5 setel foto-foto tersebut harus dimasukkan kedalam pigura / album ukuran folio warna merah.

Pasal II.14

PENDAFTARAN GEDUNG NEGARA

Konsultan Pengawas wajib untuk membantu Pemimpin Proyek menyelesaikan pendaftaran Gedung Baru untuk mendapatkan himpunan daftar nomor dari Direktorat Tata Bangunan di Jakarta yang terdiri dari :

1. Gambar situasi dengan pelaksanaan skala 1 : 500 sebanyak 8 (Delapan) exemplar.
2. Gambar denah sesuai dengan pelaksanaan dengan skala 1 : 200 sebanyak 8 (Delapan) exemplar.
3. Daftar perhitungan luas bangunan bagian luar dan bagian dalam.
4. Fotocopi ijin bangunan sebanyak 8 (Delapan) exemplar.
5. Akte atau keterangan tanah sebanyak 8 (Delapan) exemplar.
6. Kartu atau legger sebanyak 8 (Delapan) exemplar.
7. Fotocopi pemasangan instalasi listrik sebanyak 8 (Delapan) exemplar.
8. Surat pernyataan dari instalatur bahwa pemasangan sudah 100% selesai sebanyak 8 (Delapan) exemplar.
9. As Built Drawing dibuat konsultan pengawas.

Pasal II.15

PENCABUTAN PEKERJAAN

1. Pada pencabutan pekerjaan, pemborong hanya dibayar pada pekerjaan Sesuai dengan pasal 62 A.V sub 3b, pemimpin proyek berhak membatalkan atau mencabut pekerjaan dari tangan pemborong apabila ternyata pihak pemborong telah menyerahkan pekerjaan keseluruhannya atau sebagian pekerjaan kepada pemborong lain, semata-mata untuk mencari keuntungan dari pekerjaan tersebut.
2. Pada pencabutan pekerjaan, pemborong hanya dibayar hanya pekerjaan yang telah selesai dan telah diperiksa serta disetujui oleh Pemimpin Proyek, sedangkan harga bahan bangunan yang berada ditempatkan menjadi resiko pemborong sendiri.
3. Penyerahan bagian-bagian pekerjaan kepada pemborong lain (Onder aanemer) tanpa seijin tertulis dari Pemimpin Proyek tidak diijinkan.
4. Bilamana terjadi pihak kedua menyerahkan seluruhnya maupun sebagian pekerjaan kepada pihak ketiga tanpa seijin pihak kesatu maka akan diperingatkan oleh pihak kesatu secara tertulis sampai 3 kali, dan selanjutnya akan dikenai sanksi

BAB III

SYARAT-SYARAT TEKNIS

Pasal III.01

PENJELASAN UMUM

1. Tata cara penyelenggaraan bangunan ini telah diatur dalam BAB I dan BAB II, sedangkan penyelenggaraan bangunan yang dimaksud harus memenuhi syarat-syarat teknis sebagaimana tercantum didalam pasal demi pasal di bawah ini.
2. Pekerjaan yang dikerjakan adalah Pembangunan Gedung Diploma III Teknik Sipil Undip Semarang :
 - a. Kerangka konstruksi dari struktur beton K 175.
 - b. Pondasi dibuat dari batu kali dan Footplat dari beton bertulang.
 - c. Dinding dibuat dari pasangan batu bata merah.
 - d. Lantai dari tegel keramik putih KIA 40x40 dan 20x25 serta untuk KM/WC dipakai tegel keramik 20x20 dan 10x10.
 - e. Kuda-kuda dari baja keras, usuk dan reng dari kayu kruing, Gording dan Nok dari kayu kruing.
 - f. Langit-langit dari plafond kalsiboard dengan rangka plafond menggunakan hollow.
 - g. Penutup atap dipakai genteng pelentong eks Kebumen / kwalitas1.
 - h. Instalasi air ke KM/WC dipakai pipa-pipa PVC
 - i. Instalasi listrik dipasang dengan tegangan 220 volt siap menyala.
 - j. Kayu-kayu yang tampak dicat, tembok-tembok luar dan dalam dicat tembok, eternit dicat sampai rata.
3. Hal – hal yang belum dicantumkan disesuaikan dengan gambar.

Pasal III.02

TEKNIK KERJA UNTUK PELAKSANAAN

1. Sarana Bekerja

Untuk kelancaran pelaksanaan pekerjaan, kontraktor harus menyediakan:

- a. Tenaga kerja / tenaga ahli yang cukup memadai dengan jenis pekerjaan yang akan dikerjakan.

- b. Alat-alat Bantu seperti beton molen, vibrator, pompa air, alat-alat pengangkut, mesin giling dan peralatan lain yang dipergunakan untuk pelaksanaan pekerjaan ini.
- c. Bahan-bahan bangunan dalam jumlah yang cukup untuk setiap pekerjaan yang akan dilaksanakan tepat pada waktunya.

2. Cara Pelaksanaan

Pekerjaan dilaksanakan dengan penuh keahlian, sesuai dengan ketentuan-ketentuan dalam Rencana Kerja dan Syarat (RKS) dan gambar rencana, serta Berita Acara Penjelasan Pekerjaan serta mengikuti petunjuk Konsultan Pengawas / Direksi.

Pasal III.03

ALAT DAN MUTU BAHAN

Jenis dan mutu bahan yang dipakai diutamakan produksi dalam negeri sesuai dengan keputusan Menteri Perdagangan dan Koperasi, Menteri Perindustrian dan Menteri Penerangan :

Nomor : 472 / KPB / XII / 1980
Nomor : 813 / MENPEN / 1980
Nomor : 64 / MENPEN / 1980
Tanggal : 23 Desember 1980

Pasal III.04

ALAT-ALAT PELAKSANAAN

Semua alat-alat pelaksanaan pekerjaan harus disediakan oleh kontraktor sebelum pekerjaan secara fisik dimulai dalam keadaan baik dan siap dipakai antara lain :

1. Beton molen.
2. Waterpass / theodolith
3. Vibrator / penggetar beton.
4. Perlengkapan penerangan untuk kerja lambur.
5. Pompa air untuk pengadaan dan pengeringan air.
6. Stamper / mesin pemadat tanah.
7. Dan alat-alat lain yang diperlukan untuk proyek ini.

Pasal III.05

UKURAN-UKURAN

1. Ukuran satuan yang ada disini semuanya dinyatakan dalam cm, kecuali ukuran baja dinyatakan dalam mm.
2. Ukuran-ukuran tersebut dalam pasal ini dimaksudkan sebagai garis besar pelaksanaan dan pegangan kontraktor.
3. Kontraktor wajib meneliti situasi tapak, kondisi dan situasi lain yang dapat mempengaruhi penawaran. Untuk membuat komponen pekerjaan yang baru, pemborong diharuskan mengecek / mengukur terlebih dahulu di lapangan.
4. Kelalaian dan kurang telitian kontrktor dalam hal ini tidak dapat dijadikan alasan untuk mengajukan tuntutan.
5. Untuk membuat komponen yang baru, pemborong harus mengadakan pengecekan di lapangan.

Pasal III.06

SYARAT-SYARAT CARA

PEMERIKSAAN BAHAN

BANGUNAN

1. Semua bahan-bahan bangunan yang didatangkan harus memenuhi syarat-syarat yang ditentukan dalam Pasal III.03.
2. Konsultan Pengawas berwenang menanyakan asal bahan dan kontraktor wajib memberitahukan.
3. Semua bahan bangunan yang akan dipergunakan harus diperiksa dahulu kepada Konsultan Pengawas untuk mendapatkan persetujuannya.
4. Bahan bangunan yang telah didatangkan oleh kontraktor di lapangan pekerjaan tetapi ditolak pemakaiannya oleh Konsultan Pengawas, harus segera dikeluarkan dari lapangan pekerjaan selambat-lambatnya dalam waktu 2x24 jam terhitung dari jam penolakan.
5. Pekerjaan atau bagian dari pekerjaan yang telah dilakukan kontraktor tetapi ditolak oleh Konsultan Pengawas, pekerjaan tersebut harus segera dihentikan, selanjutnya dibongkar atas biaya kontraktor.
6. Apabila konsultan Pengawas perlu meneliti suatu bahan lebih lanjut, Konsultan Pengawas berhak mengirimkan bahan tersebut ke balai penelitian bahan (laboratorium) yang terdekat untuk diteliti. Biaya pengiriman dan penelitian

menjadi tanggungan kontraktor, dengan hasil apapun penelitian tersebut. Bilamana hasil penelitian tersebut tidak diterima, Kontraktor wajib mengajukan contoh bahan kepada Konsultan Pengawas.

Pasal III.07

PEMERIKSAAN PEKERJAAN

1. Sebelum memulai pekerjaan lanjutan, dan apabila bagian pekerjaan ini telah selesai akan tetapi belum diperiksa oleh konsultan pengawas, baru apabila konsultan pengawas telah menyetujui bagian pekerjaan tersebut, kontraktor dapat meneruskan pekerjaannya.
2. Bila permohonan pemeriksaan pekerjaan itu dalam waktu 2x24 jam (dihitung dari jam diterimanya surat permohonan, tidak terhitung hari libur / hari raya) tidak dipenuhi oleh Konsultan Pengawas, maka kontraktor dapat meneruskan pekerjaan dan bagian pekerjaan yang seharusnya diperiksa dianggap telah disetujui Konsultan Pengawas, hal ini dikecualikan apabila konsultan pengawas perpanjangan waktu.
3. Bila kontraktor melanggar pasal III.07 ini, kesalahan dan pembongkaran pekerjaan atau bagian pekerjaan yang telah dilaksanakan menjadi tanggungan kontraktor.

Pasal III.08

PEKERJAAN PERSIAPAN

1. Pembersihan lingkungan pekerjaan.
Kontraktor harus membersihkan lingkungan pekerjaan dari segala sesuatu yang dapat mengganggu pelaksanaan pekerjaan, dan mendapat persetujuan pengawas/ direksi
2. Kelestarian segala jenis pohon yang ada di halaman harus dijaga, penebangan atau pemindahan pohon harus dengan persetujuan tertulis dari konsultan pengawas.
3. Papan Reklame.
Kontraktor tidak diperkenankan menempatkan papan reklame dalam bentuk apapun di dalam lingkungan kompleks atau pada batas yang berbatasan dengan kompleks.
4. Papan nama proyek.

Bila diharuskan kontraktor boleh memasang papan nama proyek dengan nama sendiri.

5. Pembongkaran komponen bangunan.

Pembongkaran komponen bangunan harus dilaksanakan secara hati-hati oleh kontraktor dan harus diperhatikan keamanan dan meneliti terlebih dahulu situasi dan kondisinya, kemudian dicari teknis pelaksanaannya dan dikonsultasikan dengan Direksi/Pengawas.

Semua kerusakan yang diakibatkan oleh pelaksanaan menjadi tanggung jawab kontraktor.

Pasal III.09

KEADAAN TANAH

1. Galian Tanah

- a. Seluruh daerah yang akan terletak di bawah lantai bangunan harus dikupas lapisan humusnya minimal 20 cm. Hasil kupasan dibuang ke tempat yang akan ditunjuk oleh Direksi/PTP.
- b. Galian tanah dilaksanakan untuk:
 - b.1. Mendapat peil yang sesuai dengan peil permukaan lantai, sesuai dengan gambar.
 - b.2. Konstruksi pondasi.
 - b.3. Saluran air hujan.
- c. Jika terdapat tempat air menggenang dalam parit atau galian pondasi harus dipompa keluar, sehingga pada waktu pemasangan pondasi parit/galian pondasi dalam keadaan kering.
- d. Jika terdapat tempat yang gembur pada dasar parit/galian pondasi, harus digali pondasi, harus digali dan ditimbun kembali dengan pasir urug, disiram air dan dipadatkan.
- e. Galian harus mencapai kedalaman seperti tercantum dalam gambar bestek dan cukup lebar untuk bekerja dengan leluasa.
- f. Galian tanah tidak boleh melebihi kedalaman yang ditentukan dan bila hal ini terjadi pengukuran kembali harus dilakukan dengan pasangan atau beton tumbuk tanpa biaya tambahan dari pemberi tugas.

2. Urugan Tanah

- a. Untuk bagian-bagian rendah di luar bangunan dilakukan pengurugan tanah sampai mencapai tebal sesuai dengan ketentuan gambar. Urugan tanah dilakukan lapis demi lapis dan setiap 20 cm lapisan tersebut dipadatkan.
- b. Tanah humus tidak diperkenankan untuk mengurug tanah yang berasal dari tanah yang tidak dipakai untuk maksud-maksud penambahan / penimbunan harus dibuang / ditimbun ditempat yang akan ditentukan Direksi.
- c. Urugan tanah harus dilaksanakan segera setelah urugan kembali dari parit/galian pondasi kaki kolom selesai dikerjakan agar cukup waktu untuk dipadatkan.

Pasal III. 10

PEKERJAAN URUGAN

1. Urugan pasir dilaksanakan untuk :
 - a. Mengeruk kembali galian yang ada di bawah lantai setebal 20 cm.
 - b. Di bawah saluran-saluran pembuangan setebal 20 cm agar pipa dapat terletak rata/stabil dan dibawah pemeriksaan/bak control.
 - c. Tempat-tempat lain yang dianggap perlu sebagai syarat teknis yang baik dan sempurna (sesuai dengan bestek dan AV).
2. Urugan pasir dilaksanakan lapis setebal 20 cm dan tiap lapis harus ditumbuk dan harus diiri sampai padat sebelum lapis berikutnya dipasang.

Pasal III. 11

PEKERJAAN PONDASI

1.
 - a. Pekerjaan pondasi harus didasarkan pengukuran dan papan bouwplank yang teliti, sesuai dengan ukuran minimal dalam gambar.
 - b. Perubahan pada konstruksi pondasi diperbolehkan setelah mendapat persetujuan dari Direksi/PTP.
2. Pondasi batu kali
 - a. Pondasi batu kali dengan campuran 1 PC : 5 PS
 - b. Sebelum dipasang pasangan batu kali, dipasang terlebih dahulu pasangan batu kosong/aanstamping setebal 20 cm.

- c. Batu kali yang dipakai adalah batu pecah/batu belah jenis keras. Batu keropos, bulat tipis/kecil tidak boleh dipakai.

Pasal III. 12

PEKERJAAN PASANGAN

Yang harus dibuat dengan adukan kuat 1 PC : 3 PS adalah :

1. Bagian-bagian dinding tembok dimana menurut gambar bestek dan gambar detail harus dibuat kedap air (water dict/transram).
Antara lain : + 1,5 m untuk dinding KM/WC dan + 0,2 m dari nol lantai sampai permukaan sloof bagian atas.
2. Apabila tidak tercantum dalam gambar, maka untuk dinding tembok $\frac{1}{2}$ batu setiap luas + 12 m² harus diperkuat dengan kolom praktis dan ring beton bertulang.
3. Ukuran dan tulangan kolom praktis sesuai dengan gambar bestek dan gambar detail.
4. Pemasangan batu bata dengan:
 - a. Adukan 1 PC : 3 PS dilaksanakan untuk pasangan sekitar kusen dan yang ditentukan dalam gambar bestik dan gambar detail.
 - b. Adukan 1 PC : 5 PS dilaksanakan untuk pasangan bukan transram.
5. Sebelum dipasangkan batu bara harus direndam terlebih dahulu. Dalam hari yang sama setelah pemasangan batu bata selesai dikerjakan siar-siar dikeruk sedalam 1 cm agar plesteran dapat melekat dengan baik.
6. Pada bagian atas lubang pintu atau jendela dengan bentang lebih dari 1 m dipasang balok lantai dengan ukuran-ukuran dan tulangan sesuai dengan gambar bistek dan gambar detail.
7. Apabila ukuran dari 1 m, dipasang rolag tinggi 1 batu (knopi) dengan adukan 1 PC : 3 PS. Rolag harus dipasang sekaligus selesai agar benar-benar berfungsi sebagai balok pemikul.
8. Pemborong diwajibkan mengajukan contoh batu bata terlebih dahulu untuk disetujui Direksi. Direksi berhak menolak batu bata tersebut bila tidak memenuhi syarat seperti:
 - a. Pembakaran kurang matang / merata.
 - b. Banyak mengandung retak-retak / keropos.
 - c. Dan lain sebagainya.

Pasal III. 13

PEKERJAAN BETON

1. Bagian-bagian yang dibuat dari beton bertulang ialah yang tertera pada gambar konstruksi serta pada bagian lain yang tidak digambarkan pada konstruksi bertulang seperti kolom pengaku dinding balok, pengaku dinding, balok lantai, dll. Pada garis besarnya konstruksi beton bertulang ialah :
 - a. Kolom utama, kolom praktis, sloof balok lantai, plat lantai pondasi, plat kaki, tangga dan ring balok.
 - b. Tutup bak control dan septic tank. Syarat pelaksanaan yang baik dan sempurna, harus dikerjakan dan dibuat dari konstruksi beton bertulang.
2. Persyaratan pelaksanaan pekerjaan beton bertulang:
 - a. Sebelum pelaksanaan pekerjaan ini dimulai pelaksanaan wajib meneliti dimensi / ukuran.
 - b. Pelaksanaan pekerjaan ini berpedoman pada peraturan beton Indonesia (PBI) N.I. 2 dengan mutu beton yang digunakan adalah K175 baja U 24.
 - c. Untuk konstruksi ini disyaratkan memakai pasir campuran, pasir halus dan kasar, jadi tidak diperkenankan pasir halus.
 - d. Masa pengeringan beton minimal 28 hari namun terhadap begesting penahan sisi vertical dapat dilepas 3 hari sesudah pengecoran atau menurut petunjuk Direksi.
 - e. Bahan begesting harus cukup kuat terhadap cuaca. Sistem pemasangan dibuat mudah dilepas dan tidak mempengaruhi konstruksi tersebut.
 - f. Pengecoran dapat dilakukan setelah pembesian diperiksa dan disetujui oleh Direksi / pemimpin proyek.
 - g. Setelah pengecoran, beton harus selalu dibasahi dengan air minimal 2 kali sehari selang 7 hari kalender.
 - h. Beton tidak bertulang 1 : 3 : 5 dibuat aduk rabat beton serta lantai kerja di bawah pondasi long footing.
 - i. Kualifikasi bahan :
 - Baik untuk beton bertulang maupun tak bertulang agregat kerikil harus padat / tanpa rongga dan keras, tidak berlumut / licin, tidak ringan, tidak berkarang / bukan kerikil laut dan bebas dari segala kotoran.

- Untuk konstruksi ini dipakai pasir kali / gunung yang padat, keras dan bersih dari kotoran, tidak diperkenankan memakai pasir laut.
 - Untuk konstruksi ini dipakai semen yang memakai sertifikat merk.
 - Semua bahan yang digunakan untuk pekerjaan beton ini tidak menyimpang dari Peraturan Umum Bahan Indonesia (PUBI-71).
3. Kontraktor diwajibkan membuat mix desain setiap volume pengecoran beton maksimal 5 m³ beton.

Pasal III.14

KEADAAN BETON

BERTULANG

Dengan campuran 1 PC : 2 Ps : 3 Kr dilaksanakan untuk :

- Lain-lain pekerjaan dimana dianggap perlu menurut syarat-syarat pelaksanaan yang baik dengan sempurna dengan petunjuk Direksi dianggap perlu.
- Bagian-bagian yang tercantum di dalam gambar kerja.

Pasal III. 15

KEADAAN PLESTER

1. Pada pemasangan batu bata sebelum diplester bidang tembok harus dibasahi terlebih dahulu sampai jenuh. Begitu selesai pemasangan batu bata siar-siar dikeruk sedalam kurang lebih 1 cm, kemudian dilakukan pemlesteran. Dengan adukan 1 Pc : 3 Ps dilakukan untuk semua plesteran sudut-sudut dan pinggir-pinggir tembok dan plesteran beton termasuk pasangan bata tasram. Semua permukaan pasangan batu bata dan batu kali yang terpendam di dalam tanah harus diplester kasar (beraben) dengan adukan yang sama. Dengan adukan yang sama kuat 1 Pc : 3 Ps dilakukan untuk pasangan bata adukan kuat atau trasram. Tebal plesteran tembok bata diambil maksimum 1,5 cm. plesteran tembok boleh dilakukan apabila pemasangan pipa-pipa saluran air dan listrik dan lainnya selesai dilaksanakan. Pembobokan plesteran untuk instalasi tersebut tidak diperkenankan. Setelah pekerjaan-pekerjaan selesai maka dilakukan acian dengan PC.

Pasal III.16

PEKERJAAN KAYU

1. Kayu jati digunakan untuk rangka daun pintu, rangka daun jendela kaca dan lis kaca termasuk juga reng.
2. Semua jenis kayu yang dipergunakan harus kering benar serta tidak mengandung cacat yang merugikan.
3. Selanjutnya kayu-kayu yang didatangkan di tempat pekerjaan harus ditimbun dengan cara yang tepat (diskunding) dalam los-los yang terlindung.
4. Cara mengerjakan:
 - a. Semua hubungan kayu dilaksanakan dengan syarat-syarat pekerjaan yang baik (PUBB). Hubungan-hubungan kayu baik yang tampak maupun yang tidak tampak harus dikerjakan dengan rapi.
 - b. Sebelum dipasang bagian-bagian yang dihubungkan harus dimeni terlebih dahulu.
 - c. Semua pekerjaan kayu yang tampak harus diserut rata dan licin hingga dapat cat atau diplitur.
 - d. Kosen pintu dan jendela dipasang dengan tiga angker 8 mm tiap tiangnya pada tembok atau kolom penguiat kusen-kusen dipasang pada kolom-kolom utam beton yang dicor lebih dahulu dipasang dengan sekrup fisher 2 “jarak 40 cm”.
5. Ukuran kayu yang tertera pada gambar ialah ukuran jadi setelah digergaji dan diserut, apabila ada ukuran yang tidak tertera pada gambar atau sukar diperoleh dipasaran, pemborong diwajibkan membicarakan dengan direksi atau Pemimpin Proyek.

Pasal III.17

PEKERJAAN LANTAI / UBIN

1. Bahan lantai
 - a. Keramik lantai utama 40x40 cm dan lantai tangga 20x25cm.
 - b. Lantai kamar mandi dan WC menggunakan bahan keramik 20x20 cm dan 10x10 cm.
2. Adukan dan perekat.

Adukan yang dipakai dibawah ubin 1PC:5Ps, sedangkan pada ruangan yang basah seperti toilet adukan yang dipakai adalah 1PC:3Ps.

3. Ubin-ubin di toilet dipasang dengan kemiringan cukup (2%) kearah lubang pembuangan (floor drain) unuk ruangan-ruangan lain ubin harus dipasang tepat water pass. Siar-siar harus membentuk garis lurus dan diisi dengan campuran semen sampai penuh kemudian dibersihkan sampai noda-nodanya hilang.
4. Bahan ubin
 - a. Kualitas lokal yang baik.
 - b. Yang retak tidak boleh dipasang.
 - c. Mempunyai ukuran yang tepat dan pinggirannya yang tajam dan utuh.
 - d. Warna harus rata.
5. Semua jenis bahan lantai harus diberikan contoh dan disetujui direksi atau Pemimipin Proyek.

Pasal III.18

PEKERJAAN BESI ATAU LOGAM LAINNYA

Angker, baut hanggel, dsb, harus disesuaikan dan dipasang perkuatan-perkuatan dari besi pada tempet-tempat menurut sifat konstruksinya atau menurut pendapat direksi dianggap perlu termasuk penggantung plafon.

Pasal III.19

PEKERJAAN PENGGANTUNG PENGUNCI

1. Tiap daun pintu dipasang tiga engsel sekualitas nylon.
2. Untuk pintu dipasang kunci tanam 2 slag sekualitas yang asli.
3. Untuk pintu double (dua daun) dipasang spagnoled 2 pasang.
4. Pemasang penyetelan alat-alat harus tepat dan dapat berfungsi dengan/tidak macet dan pintu dapat tertutup dengan rapat.

Pasal III.20

PEKERJAAN PLAFOND

Pekerjaan plafon meliputi :

Bangunan lantai 1

Bagian ruangan dalam dan selasar.

1. Dipergunakan plafond kalsiboard ukuran 1 m x 1m tebal 0,5 cm sekualitas super.
2. List plafon dengan kayu kamper tebal 1 cm lebar 5 cm dengan dinding dicat minyak warna ditentukan kemudian.

3. Langit-langit tepat waterpas dan siar-siar membentuk garis lurus, dan tegak satu sama lain.
4. Untuk keperluan pemeriksaan digunakan lubang orang untuk tiap sayap bangunan

Pasal III.21

PEKERJAAN CAT-CATAN

Pekerjaan pengecatan meliputi :

1. Cat tembok, cat plafon dengan menggunakan cat sekualitas Mowilex
2. Untuk cat kayu dipergunakan cat sekualitas Mowilex, meliputi pekerjaan pengecatan kosen pintu, jendela, dan BV.
Lisplang, tutup keong, dan daun pintu, daun jendela, lis plafon, railing tangga.
 - a. Teknik pengecatan harus mengikuti ketentuan dari pabrik.
 - b. Cat tembok dan plafon merk Mowilex
 - c. Cat kayu dan besi Cat Mowilex.
 - d. Meni kayu dan meni besi merk Glotex.
3.
 - a. Cat tembok dan plafon
Dilaksanakan untuk semua permukaan dinding tembok plesteran beton dan langit interknit. Dan beberapa tempat dalam ruangan akan diberikan warna lain sebagai aksen akan ditentukan kemudian.
 - b. Cat kayu dan besi
Pada umumnya digunakan cat mengkilat yaitu bagian-bagian:
 - Kosen-kosen pintu dan jendela.
 - Pipa saluran / avour talang.
 - Daun pintu fanel kayu.Harus dikerjakan dua kali meni dua kali cat penutup.
 - a. Pengawetan kayu dengan ter / residu untuk semua konstruksi atap.
 - b. Warna cat untuk kosen dan jendela akan ditetapkan kemudian untuk itu pemborong sebelum memulai pekerjaan pengecatan supaya melapor / memberitahu direksi / PTP.
 - c. Semua rangka plafon dimeni.

Pasal III.22

PEKERJAAN KACA

1. Kaca bening 5 mm dipergunakan pada semu pemasangan kaca mati.
2. Kaca dipasang didalam sponing dengan dempul dan list kaca.
3. Beban kaca dipakai kualitas baik tidak cacat seperti rengat, retak, putus pinggirannya, berlubang, berbintik-bitik, dsb.

Pasal III.23

PEKERJAAN ATAP

1. Penutup atap menggunakan genteng beton eks Kebumen / kualitas KW
2. Bubungan ditutup dengan bahan genteng bubungan sejenis kualitas eks Kebumen / KW I
3. Talang jurai dalam dari seng BJLS 30 dan pada akhiran talang diberi sekah talang, untuk talang dan sekahnya dicat besi.

Pasal III.24

PEKERJAAN SALURAN

1. Kemiringan
 - a. Kemiringan saluran pembuangan faecalin (kotoran manusia) dibawah tanah harus sekurang-kurangnya 10% dan sebanyak-banyaknya 20%.
 - b. Saluran air hujan sekurang-kurangnya 2%.
2. Bak periksa.
 - a. Harus dibuat pada sambungan-sambungan cabang saluran dan belokan-belokan saluran sehingga ditempat saluran diperiksa dan dibersihkan.
 - b. Dibuat `dari pasangan batu dengan adukan 1PC : 3PS diplester dengan adukan yang sama.
3. Air hujan
 - c. Air hujan langsung disalurkan ke saluran-saluran terbuka sekeliling bangunan.
 - d. Air hujan akan dibuang kearah selokan dipinggir jalan raya.
4. Septictank dan bak rembesan.
 - a. Septictank dibuat dari pasangan bata adukan kuat 1PC : 3PS diplesteran dengan adukan yang sama. Pipa pelepasan udara diakhiri dengan tekstur dan galvalis.

- b. Apabila keadaan tanah kurang baik untuk rembesan system bak rambatan harus system bak rambatan harus disesuaikan agar air kotor tidak macet.
- c. Septictank dibuat dengan peresapan seperti dalam gambar.

Pasal III.25

PEKERJAAN INSTALASI

LISTRIK

1. Penjelasan

Pada gambar terlampir dijelaskan letak titik lampu dalam dan luar gedung stok kontak. Skalar distribusi bagian kelompok titik penerangan.

2. Sumber Daya Listrik

- a. Sumber Daya Listrik rencanakan memperoleh distribusi dari PLN.
- b. Panel utama ditempatkan pada ruang khusus pada daerah selasar.

3. Syarat-syarat yang harus dipenuhi instalatir :

- a. Harus memiliki ijin PLN setempat untuk pemasangan instalasi listrik serta surat-surat lain yang menurut peraturan Pemerintah harus ada.
- b. Harus dibuat rencana kerja (jadwal) yang sesuaikan dengan rencana kerja tahap demi tahap pekerjaan pembangunan gedung dari kontraktor sebelum pekerjaan dimulai.
- c. Harus menghubungi PLN setempat sehubungan dengan adanya pekerjaan ini.
- d. Tidak menyimpan dan merubah rencana pemasangan dan penggunaan bahan instalasi yang telah ditentukan.
- e. Harus melengkapi semua peralatan instalasi dimana dalam syarat-syarat teknis pada umumnya ada walaupun dalam bestek ini tidak disebutkan.

4. Diskripsi pekerjaan

Jenis pekerjaan secara garis besar dibagi dalam beberapa bagian :

- a. Pemasangan dan pemasangan armature lampu sesuai dengan yang telah ditentukan serta pengawatan sampai ke titik cahaya lampu scalar stop kontak, termasuk perlengkapannya dalam dan luar gedung.
- b. Pemasangan dan penyerahan panel-panel listrik termasuk perlengkapannya. Pemasangan dan penyerahan instalasi vaider dari panel utama kepada panel distributor di dalam dan di luar gedung. Pembuatan rencana kerja jadwal kerja gambar pelaksana, gambar revisi serta pengetesan terhadap seluruh

instalasi dan mendapat surat keterangan pemeriksaan PLN. Instalasi harus dibuat untuk tegangan sesuai kondisi setempat (volt) dengan dayaVA.

Pasal III. 26

PEKERJAAN INSTALASI

1. Sistem instalasi
 - a. Instalasi air bersih pada gedung dikerjakan samapai pada pemasangan pipa-pipanya dan siap untuk dipakai.
 - b. Sistem pembuangan air kotor ditentukan dengan jalan :
 - Air bekas dari wastafel dan floordrain disalurkan ke halaman.
 - Air kotor dari WC dan urinoir disalurkan ke saluran pipa khusus menuju septictank.
 - Kelancaran pembuangan / pengaliran air kotor dan air bekas dalam pipa-pipa instalasi dijamin dengan adanya pemasangan pipa udara menuju ke atas atap bangunan / di atas plafon.
 - Penutup gas-gas busuk dari pipa pembuangan air bekas dan air kotor menggunakan system penutup air.
2. Syarat-syarat yang dapat diterima sebagai instalatir air bersih dan air kotor .
 - a. Harus mempunyai izin usaha dari pemda setempat dan surat keterangan rekanan dari PAM setempat.
 - b. Menguasai pengetahuan dan cara pelaksanaan teknis penyehatan dalam pemasangan instalasi air.
 - c. Harus membuat time schedule gambar kerja pada saat sebelumnya pekerjaan dimualai dan didasarkan gambar bestek dan perkembangan rencana kerja dari bangunan atau main konduktor.
3. Instalasi yang harus dipasang ialah:
 - a. Instalsi luar:
 - Stop kran
 - Pipa besi diameter 1,5"
 - Pipa kotoran
 - Pipa air kotor
 - b. Instalasi dalam
 - Closed jongkok KIA
 - Dll, seperti tercantum dalam gambar.

Pasal III.27

PEKERJAAN INSTALASI

PENANGKAL PETIR

1. Lingkup pekerjaan
 - a. Menyediakan bahan, tenaga, dan peralatan yang cukup untuk menyelesaikan pekerjaan ini.
 - b. Pekerjaannya meliputi:
 - Pasang penangkal petir 2 spett 2 arde.
 - Pasang ground pengangkal petir dengan menggunakan pipa air ditanam sampai permukaan air tanah.
2. Ketentuan bahan:
 - a. Penangkal petir yang digunakan adalah system konvensional minimal menggunakan kabel BC 50 mm dan grounding pipa air 1,5”.
 - b. Bahan yang digunakan untuk pekerjaan ini harus menggunakan bahan baru dan berkualitas baik.
3. Cara pelaksanaannya:
 - a. Penangkal petir dipasang di tepi atau samping dengan kabel arde ditanam ke samping masing-masing bangunan.
 - b. Kabel arde yang ada di atas kerpusan dipasang dengan menggunakan klen-klen dan karet, dipasang dengan jarak 1 m.
 - c. Klen-klen tersebut harus bender-benar tertanam pada kerpusan dan tidak mudah lepas.
 - d. Kabel ground yang menempel pada dinding diberi pipa PVC 0 3/4” setinggi 3 mm dari muka tanah. Pipa PVC tersebut di klem kuat dengan dinding dan tidak mudah lepas.
 - e. Setelah pemasangan penangkal petir selesai, pemborong wajib menguji penangkal petir tersebut kepada Kantor Bina Lindung setempat atas biaya kontraktor.

Pasal III. 28

PEKERJAAN LAIN-LAIN

1. Kalau dianggap perlu maka pemborong diwajibkan membuat gambar-gambar revisi, gambar bestek dan gambar detail yang telah dilaksanakan. Gambar tersebut dibuat dalam 2 rangkap dan diserahkan pada Direksi atau Pimpinan Proyek pada waktu penyerahan pertama pekerjaan, 1 copy gambar tersebut diserahkan pada perencana pada waktu yang sama.
2. Jika pada RKS ini belum tercakup beberapa jenis pekerjaan atau persyaratan lainnya, maka hal tersebut akan diatur dalam penjelasan pekerjaan dan akan dituangkan dalam Berita Acara Penjelasan Pekerjaan.

Semarang, 2010

Menyetujui :

An. Dekan Universitas Diponegoro
Pejabat Pembuat Komitmen
Selaku Pengguna Anggaran

Dibuat oleh :

Konsultan Perencana
PT. ARSIGRANADA

Drs. Sugono, MSE

NIP. 131 265 528

Ir. Sucipto pranoto

Direktur

Mengesahkan

Kasubdin Bangunan dan Jasa
Konstruksi Dinas Kimtaru
Propinsi Jawa Tengah

Ir. Soepratikno, MT

NIP. 110 036 516

BAB X

PENUTUP

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat dan petunjuk-Nya sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Gedung 3 Lantai Ruang Kuliah Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang“, dapat terselesaikan dengan baik.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa apa yang tertuang dalam tugas akhir ini banyak kekurangan dari segi penyajian maupun teknis perencanaannya. Hal ini karena keterbatasan waktu dan keterbatasan ilmu yang penyusun miliki, yang belum berpengalaman dalam perencanaan, khususnya perencanaan bangunan.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun telah berusaha menerapkan teori-teori yang telah didapat selama perkuliahan dan peraturan-peraturan serta literatur-literatur yang berhubungan dengan konstruksi bangunan gedung.

X.1 Kesimpulan

Perencanaan struktur Gedung 3 Lantai Ruang Kuliah Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang didesain sesuai dengan Tata Perencanaan Struktur Beton untuk Rumah dan Gedung (SKSNI-03-2847-1992).

Secara garis besar perencanaan Struktur “Perencanaan Gedung 3 Lantai Ruang Kuliah Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang” ini adalah sebagai berikut :

1. Komponen Non Struktural

Struktur atap, terbuat dari konstruksi baja profil siku dengan sambungan baut sehingga dapat mencapai bentang yang panjang, penutup menggunakan genting. Plat lantai direncanakan sistem plat dua arah dengan ketebalan 12 cm tipikal untuk seluruh tingkat. Tangga menggunakan perhitungan tangga dengan balok bordes.

2. Struktur utama portal didesain dengan menggunakan beton dengan $f_c' = 25$ MPa dan mutu baja $f_y = 240$ MPa. Adapun ukuran struktur yang digunakan:

Balok Induk I	= $30 \times 50 \text{ cm}^2$
Balok Induk II	= $25 \times 40 \text{ cm}^2$
Kolom I	= $40 \times 60 \text{ cm}^2$
Kolom II	= $40 \times 40 \text{ cm}^2$
Sloof I	= $25 \times 40 \text{ cm}^2$
Sloof II	= $25 \times 30 \text{ cm}^2$
Struktur bawah	= Pondasi Tiang Pancang

X.2 Saran

Beberapa saran dari penyusun yang perlu diperhatikan dalam perencanaan suatu konstruksi struktur adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan struktur gedung tidak hanya berpedoman pada ilmu tetapi dipertimbangkan pula pada pedoman yang biasa dilaksanakan di lapangan.
2. Kelengkapan data mutlak dalam merencanakan suatu bangunan bertingkat sehingga perencanaan bisa lebih mendekati kondisi sebenarnya.
3. Ikuti ketentuan dalam peraturan-peraturan perencanaan struktur, sehingga didapat nilai yang paling ekonomis.
4. Estimasi beban dan analisa statika harus benar, agar didapatkan suatu konstruksi yang aman dan memenuhi syarat seperti yang telah ditentukan dalam perencanaan.
5. Tabel dan diagram dalam perhitungan haruslah menggunakan tabel diagram yang diambil dari peraturan yang berlaku.
6. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, maka dibutuhkan pemahaman yang menyeluruh tentang tahap-tahap dalam proses perencanaan, dan teori-teori yang didapat di bangku kuliah harus selalu dikembangkan.

Demikian saran yang dapat penyusun berikan, semoga Tugas Akhir dari perencanaan gedung ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Jossephe, 1997 *“Analisa dan Desain Pondasi”*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *“Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung”*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1991, *“Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung”*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1991, *“Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung”*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Hadi Y. CE, 2000, *“Mekanika Tanah Statis Tak Tentu Metode Cross”*, Indonesia.
- H. Sunggono K, 1984, *“Buku Teknik Sipil”*, Nova, Jakarta.
- Kusuma, Gideon dan Vis, W.C, 1993, *“Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang menurut SKSNI T15-1991-03”*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Kusuma, Gideon dan Vis, W.C, dan Andriaano, Takim., 1993 *“Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang”*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soewarno, Ir. Y. Rusli, 2002 *“Panduan Tugas Struktur Baja I”*, Semarang.